

Э

НАУЧНЫЕ РУКОВОДСТВА ДЛЯ РАБОЧИХ ФАКУЛЬ- ТЕТОВ и ТЕХНИКУМОВ

31/411
К. Н. КРЖИШКОВСКИЙ

Проф. Ленинградского Сельско-Хозяйственного Института

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Допущено Научно-Технической Секцией
Государственного Ученого Совета

С302863

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1926

РУКОВОДСТВА ДЛЯ РАБОЧИХ ФАКУЛЬТЕТОВ И ТЕХНИКУМОВ

К. Н. КРЖИШКОВСКИЙ

ПРОФЕССОР ЛЕНИНГРАДСКОГО СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИНСТИТУТА

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

*Допущено Научно-Технической Секцией
Государственного Ученого Совета*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1926 ЛЕНИНГРАД



Гиз № 11780
Ленинградский Гублит № 2156.
17 л. Отпеч. 5.000 экз.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

В нашей физиологической литературе нет ни одного учебника, который соответствовал бы программе рабочих факультетов. Большая часть учебников рассчитана на лиц, посвящающих себя медицине. Новые программы рабочих факультетов 1925 г. вводят в курс физиологии не мало данных из патологии и гигиены. Между тем ни в одном из существующих учебников физиологии эти вопросы не затрагиваются.

Указанные соображения побудили автора составить предлагаемый учебник. Он написан на основании опыта четырехлетней работы на рабфаке биологического типа.

Автор считает, что при вводимом сейчас лабораторном способе проработки материала учебник будет служить студенту лишь спутником. Центр тяжести работы переносится на самостоятельные занятия студента в лаборатории.

Предполагая, что такая работа будет происходить при ближайшем участии и под руководством преподавателя, автор не описывал подробно опытов и их постановки. Такое подробное описание опытов автор считает неудобным по следующим причинам. Прежде всего нельзя предвидеть средства лаборатории данного рабочего факультета. В деле организации опытов нужна широкая инициатива преподавателя и частью самого студента. Описание опытов — громоздкая задача, и выполнение ее или увеличило бы чрезмерно объем книги, сделав ее неудобной и несоответствующей своему назначению, или заставило бы отказаться от изложения многих данных физиологии. Автор по опыту считает, что и при лабораторной проработке студенту все же необходим учебник не исключительно практического характера, где бы он нашел и теоретическое освещение того, что им проделано на занятиях. Кроме того, не следует упускать из виду, что многие отделы физиологии по самому характеру материала, сложности и длительности опытов не позволяют все существенное проработать на рабочем факультете чисто-лабораторным путем.

*

По этим соображениям автор не придал своему учебнику характера чисто опытного руководства, уделив не мало внимания на изложение основ физиологии.

В изложении автор старался быть насколько возможно понятнее, не впадая, однако, в популярщину дурного тона с упрощением самого излагаемого предмета. Автор полагает, что одной из задач рабочего факультета является приучить студента к точному, простому, но научному изложению. В этих видах автор постепенно, по мере хода изложения, переходил на все более и более научный язык изложения.

На рисунки автор не скупился, давая их там, где возможно, без излишнего увеличения объема книги.

Автор далек от мысли считать свой труд законченным. Он смотрит на него лишь как на первую попытку к осуществлению задачи, выпадающей на долю каждого педагога современной перестраивающейся школы, — дать студенту изложение науки в форме более подходящей к современным условиям школы. За критические указания как со стороны преподавателей, так и из среды учащихся автор будет признателен, учтя их в своей преподавательской деятельности.

Автор полагает, что его учебником могут не без пользы для себя воспользоваться также и лица, желающие ознакомиться с основами физиологии путем самообразования.

Профессор *К. Н. Кржишковский*.

Ленинград.

Лаборатория Физиологии Животных

Ленинградского

Сельско-Хозяйственного Института.

1926 год.

ФИЗИОЛОГИЯ И ЕЕ ЗАДАЧИ. КЛЕТКА И ТКАНИ.

Задачи физиологии.—Значение ее в ряду других наук.—Связь физиологии с анатомией (наука о строении тела), физикой и химией.—Способы, которыми пользуется физиология для решения поставленных ей задач. Общий план устройства человеческого тела.—Понятие о «клетке», органах и тканях.

Задачи физиологии. В задачу физиологии входит изучение жизни и работы отдельных частей организма. Физиологию называют иначе «наукой о жизни организмов». В зависимости от того, какие организмы изучают, говорят о физиологии животных, физиологии человека, физиологии растений. Стремясь понять явления жизни организмов, физиология ищет законы деятельности отдельных частей организма, изучает их взаимные влияния друг на друга и таким образом приходит к представлению о деятельности всего организма, как единого целого. Так как все организмы живут окруженные средой, которая так или иначе влияет на них, изменяя проявления их жизни, то физиология ставит одной из своих важнейших задач — изучить влияние окружающего мира на организмы. Таким образом физиология помогает составить более или менее правильный взгляд на деятельность организма и на его отношение к окружающей среде.

Значение физиологии в ряду других наук. Из сказанного вытекает важность физиологии для общего образования. Само собой понятно, насколько важно каждому сколько-нибудь образованному человеку знать, что происходит внутри его организма. Вряд ли можно создать себе сколько-нибудь правильное мировоззрение, не имея ясного представления о жизни и деятельности собственного организма и об его отношении к окружающему миру. Кроме этого общего значения, физиология является наукой, дающей богатый и ценный материал целому ряду прикладных наук, как, например, науке об охране здоровья (гигиена), организации труда и т. п. Понятно, что для того, чтобы правильно поставить дело питания, необходимо

знать, как работает наш пищеварительный аппарат, что влияет благоприятно и что вредит его деятельности. Данные этого рода и дает нам физиология.

Связь физиологии с анатомией, физикой и химией. Организм довольно удачно издавна сравнивают с машиной. Чтобы понять действие машины, надо предварительно разобрать ее на отдельные части. Для познания деятельности животной «машины» — организма, — очевидно, также необходимо предварительно познакомиться с его устройством. Сведения о строении организма дает нам другая наука — анатомия.

Посмотрим теперь, как изучает физиология деятельность организма, и когда она считает свою задачу выполненной.

В прежнее время живые организмы считались совершенно особыми уголками вселенной, где, по тогдашним воззрениям, действовали специальные силы и особые законы. С развитием естествознания стало все более и более очевидным, что и в живых организмах действуют те же силы, что и в остальной природе. Изучая живые организмы, современная физиология ищет и здесь законы физики и химии, управляющие ходом явлений в природе. Физиология считает свою задачу выполненной, когда ей удастся свести то или иное явление в организме к законам физики и химии. Дальше мы увидим, что это — не простое увлечение. В ходе ваших занятий вы увидите, что физиология только тогда и расцвела, когда, оставив мистический взгляд на живые организмы, как на носителей какой-то «особой силы», взглянула на них, как на уголок природы, и стала искать в них те же силы и открывать законы, известные уже нам из наблюдения окружающей нас природы. При таком подходе туман мистицизма, долго окутывавший жизнь организма и мешавший видеть истину, понемногу рассеялся, и мы увидим в дальнейшем, как многие явления в организме, — как, например, оплодотворение, возбуждение нервов и др., — сводятся сейчас к физико-химическим законам. Важнейшее завоевание современной физиологии состоит в установлении того, что организм есть место действия тех же сил, которые действуют и в окружающем мире. Есть все основания считать, что недалеко то время, когда всю деятельность организма, не исключая и ее самых сложных форм, можно будет свести целиком и без остатка к законам физики и химии. Отсюда ясна связь физиологии с этими двумя основными науками естествознания. Физиологию можно определить, как **физик у и химию живых организмов.**

Способы исследования, применяемые в физиологии. Из данного определения ясны и те приемы, которыми пользуется физиология при своих исследованиях. Это — те же приемы физики и химии, приспособленные к особенностям явлений в организмах. В физиологической лаборатории вы встретитесь с многими

приборами и аппаратами, которые вы видели не раз в лабораториях физики и химии. Однако, имея дело с столь сложными и своеобразными механизмами, как живые организмы, приходится применять и другие, особые способы исследования. Сюда относится способ наблюдения за деятельностью составных частей организма как в нормальных, так и в искусственных условиях. Чтобы понять роль и значение какой-нибудь части организма, мы иногда разрушаем ее. Портя сознательно часть механизма живой машины и отмечая, какое изменение это вызовет в общем ходе работы нашей машины, мы делаем вывод о значении попорченной нами части. Этот способ вы будете часто видеть во время занятий. Его называют «вивисекционным» способом. Правильнее называть его «операционным», так как он сводится к производству на животном той или иной операции.

План строения организма. Выше мы отметили, что нельзя изучать действие машины, не зная ее устройства. Естественно, что и изучение деятельности самой сложной из известных нам машин — живого организма — нам надо начать с рассмотрения его устройства.

Посмотрим на общий план строения организма. Для примера возьмем наиболее интересующий нас организм — наше собственное тело.

Опорный и двигательный аппарат (кости и мышцы). Общий план устройства тела человека вы видите на рисунках 1, 2, 3. В виду сложности строения тела человека и высших животных, нельзя дать на одном рисунке, без ущерба для ясности, схему строения. Мы даем ее на нескольких рисунках. Рисунок 1 показывает, что в основу человеческого тела положена система связанных друг с другом костей, образующих так называемый скелет. К костям прикреплены мягкие части: — мышцы, — являющиеся частью двигательного аппарата. Применяя грубое сравнение из обыденной жизни, мышцы можно сравнить с приводными ремнями, двигающими части машин. Скелет и его кости играют роль опорного аппарата. Так как многие кости соединены друг с другом не неподвижно, а по принципу, например, шарнира, то здесь возможны различные движения. Мышцы, сокращаясь, обуславливают ряд движений костей (рис. 2). С ними мы познакомимся ближе во время занятий в лаборатории.

Внутренние органы. Закон сохранения энергии в организме. Для того, чтобы организм жил, ему надо дать возможность производить работу. Пока организм жив, его отдельные части непрерывно совершают ту или иную работу. Способность производить работу называют энергией. Из предыдущих занятий по физике и химии вы знаете, что эта способность не рождается из ничего. Нельзя построить такую машину, которая

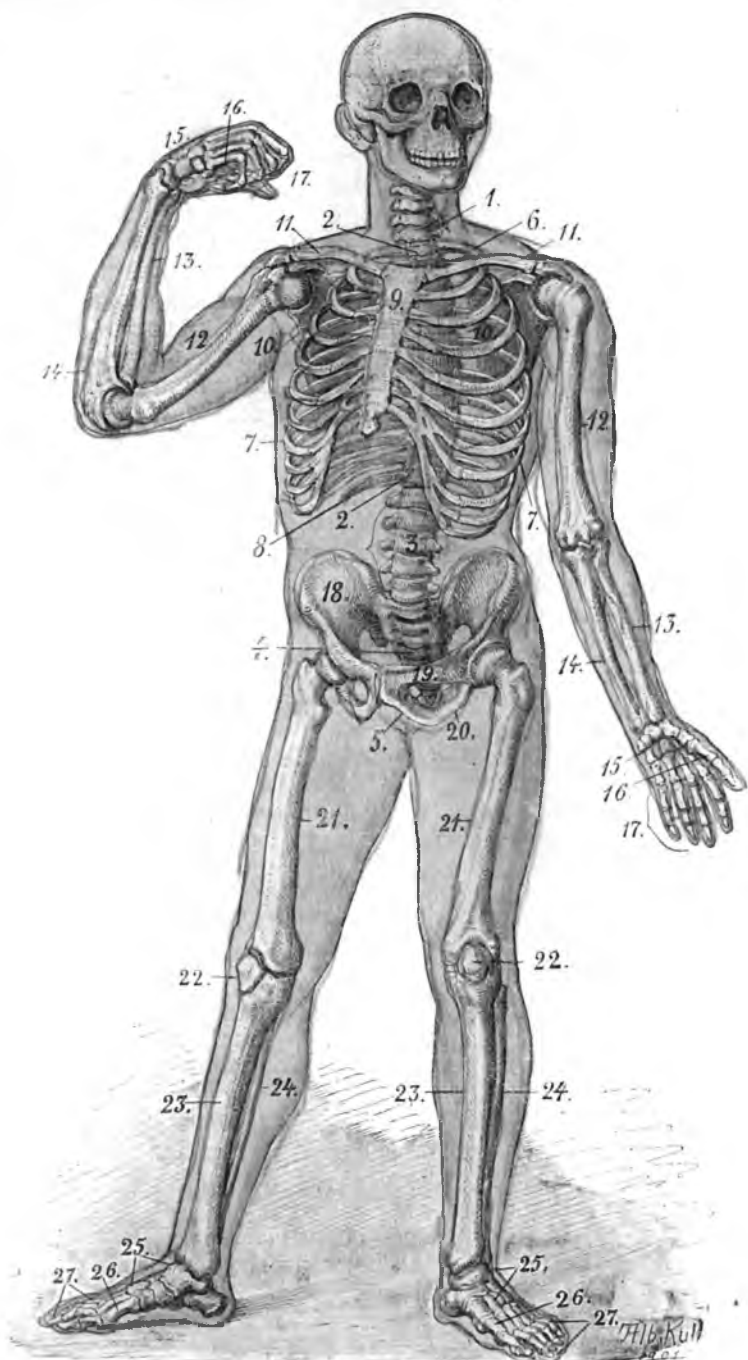


Рис. 1. Общий план строения человеческого тела. Виден скелет; цифрами отмечены отдельные кости, контуры обозначают мышцы, которые для ясности рисунка не показаны отдельно. Сокращенная правая рука показывает способ движения костей и значение сочленений.

была бы неисчерпаемым источником энергии, т.-е. производила бы работу сама по себе. Опыт показывает, что всякая

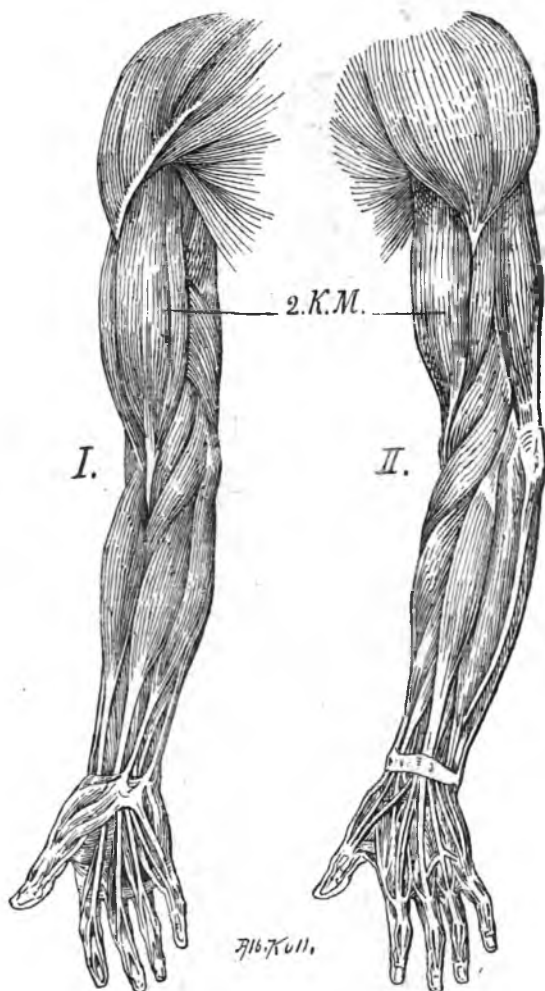


Рис. 2. Мышцы руки. Видны мышечные пучки разной толщины и длины. В области пальцев видны способы прикрепления мышц при помощи тонких тяжей из плотной ткани. Это — так называемые сухожилия.

машина работает лишь тогда, когда она извне снабжается энергией. Всякая машина, в том числе и живые организмы, могут лишь превращать энергию из одной формы в другую. Если, например, мы видим вагон трамвая, движущийся по рельсам, то энергия

движения, т.е. способность двигаться, почерпнута им в виде электрического тока, подаваемого с электрической станции мотору, находящемуся у колес вагона. На станции, в свою очередь, электрический ток не возник сам по себе, а явился следствием вращения динамомашины, которая приведена была в действие превращением химической энергии, заключенной в угле, дровах или нефти. Этот вид энергии является энергией солнечных лучей, которые много сотен тысяч или миллионов лет тому назад попали на землю и уловлены были растениями как химический вид энергии. Мы знаем, что растения, создавая из простых химических соединений сложные, совершают эту работу, пользуясь энергией солнца. Таким образом растения постоянно запасают со нечную энергию, превращая ее в химический вид энергии. В этом виде энергия может, не растрачиваясь, храниться бесконечно долгое время. Обнаружить ее можно в любой момент превратив сложные химические вещества в более простые. При этом освобождается скрытая энергия, которую мы имеем возможность превратить в другие виды энергии. Это мы и делаем, когда сжигаем топливо в топках наших машин. Химическую энергию распавшегося на углекислоту, воду, разные газы и соли топлива мы преращаем в тепло, свет, электрический ток, в энергию движения, — например поршня в паровозе. Такое же превращение энергии изв одного вида в другой имеет место и в организме. И здесь энергия не создается, а лишь превращается из одной формы в другую. Организм сам не может создавать энергии. Он черпает ее из окружающего мира в виде пищи. Отсюда — необходимость существования целого ряда аппаратов для восприятия пищи и ее переработки.

Пищеварительный аппарат. Может возникнуть вопрос: для чего нужна переработка пищи? Прежде всего — для освобождения скрытой в пище энергии. Организм должен сделать с пищей то, что мы делаем в наших печах с топливом, когда хотим выделить скрытую в нем энергию в виде тепла. Затем надо обратить внимание на то, что организм, как и всякий механизм, изнашивается в работе и требует ремонта. Животная машина отличается, между прочим, от наших искусственных машин и механизмов тем, что сама себя чинит во время работы. Для починки же необходим материал. Почерпнуть его организм может также только из внешнего мира. Отсюда — необходимость в аппаратах, перерабатывающих пищу с целью получения из нее годного строительного материала и освобождения нужного количества энергии. Для этой цели служит **пищеварительный аппарат** (рис. 3).

Переработка пищи, перестройка введенных веществ с целью получить из них годный строительный и починочный материал требует притока кислорода воздуха. Организм нуждается

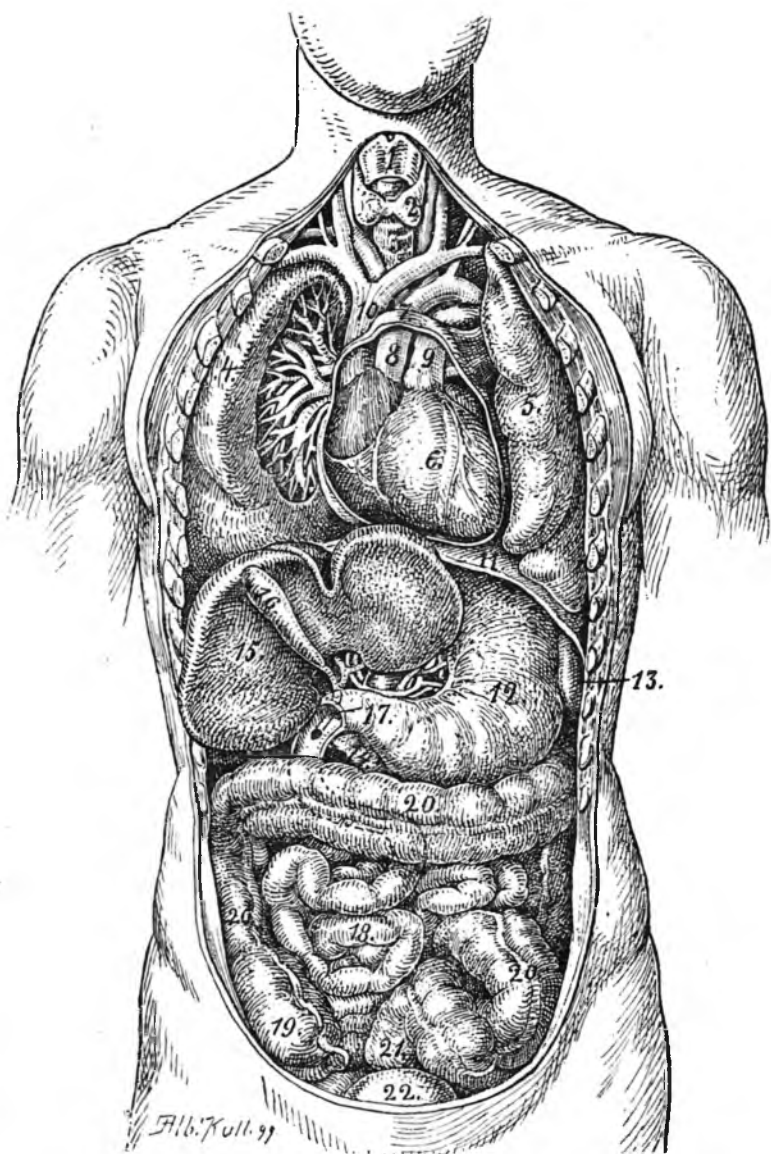


Рис. 3. Общий план строения человеческого тела: расположение внутренних органов грудной и брюшной полости. 4 и 5 — органы дыхания (легкие); 6 — орган кровообращения — сердце; 12 — 21 — органы пищеварения; 12 — желудок; 15 — печень; 18 — 21 — кишки; 22 — орган выделения (мочевой пузырь).

постоянно в кислороде. При этом одни организмы черпают его непосредственно из воздуха, другие добывают его из окружающих их веществ, разлагая их на более простые. С этой точки зрения можно сказать, что ни одно живое существо не может обойтись без кислорода. Он нужен, очевидно, для переработки сложных веществ путем превращения их в более простые и для освобождения из них энергии. В грубом виде мы часто наблюдаем это явление при сгорании топлива в наших печах. В этих случаях сгорание топлива и освобождение скрытой в нем энергии, которой мы пользуемся в виде тепла, происходит при участии кислорода воздуха.

Потребность в кислороде удовлетворяется в сложных организмах благодаря присутствию особых аппаратов, называемых органами дыхания (рис. 3).

В сложных организмах по необходимости проведен принцип разделения труда. Пищу и кислород приходится постоянно развозить по отдельным уголкам организма, так как все его части нуждаются в подвозе пищевых веществ и в снабжении энергией. Некоторые части организма—как, например, мозговые клетки—особенно чувствительны к недостатку кислорода, и как только в нем ощущается некоторая нехватка, они отказываются работать. Снабжение отдельных частей организма пищей—и в том числе кислородом—осуществляется при посредстве крови, которая, протекая по организму, омывает все его части. Понятно, что это возможно благодаря тому, что существуют особые аппараты,двигающие кровь. Эти аппараты носят название органов кровообращения (рис. 4). Они построены по принципу насоса и состоят из сердца, являющегося одновременно присасывающим и нагнетательным насосом, и системы трубок разного диаметра (просвета), которые пронизывают весь организм. По этим трубкам течет кровь, заглядывая в отдаленнейшие уголки организма. Каждый по собственному опыту знает, что такие трубки, по которым течет кровь, находятся везде в нашем организме. Где бы мы ни порезали нашу кожу, везде тотчас же выступает кровь.

Переработка пищевых веществ и сложнейшие химические явления (реакции), имеющие место во всех частях организма, неизбежно сопровождаются накоплением вредных продуктов, так называемых отходов, являющихся своего рода мусором, который, накопившись, может засорить наш организм и нарушить правильность химических явлений. Отходы эти удаляются постоянно из организма при посредстве особой системы органов. Их называют органами выделения. У высших животных они состоят из почек, мочеточников и мочевого пузыря (рис. 5). Кроме того, отходы удаляются из организмов многих животных при помощи кожи и органов дыхания.

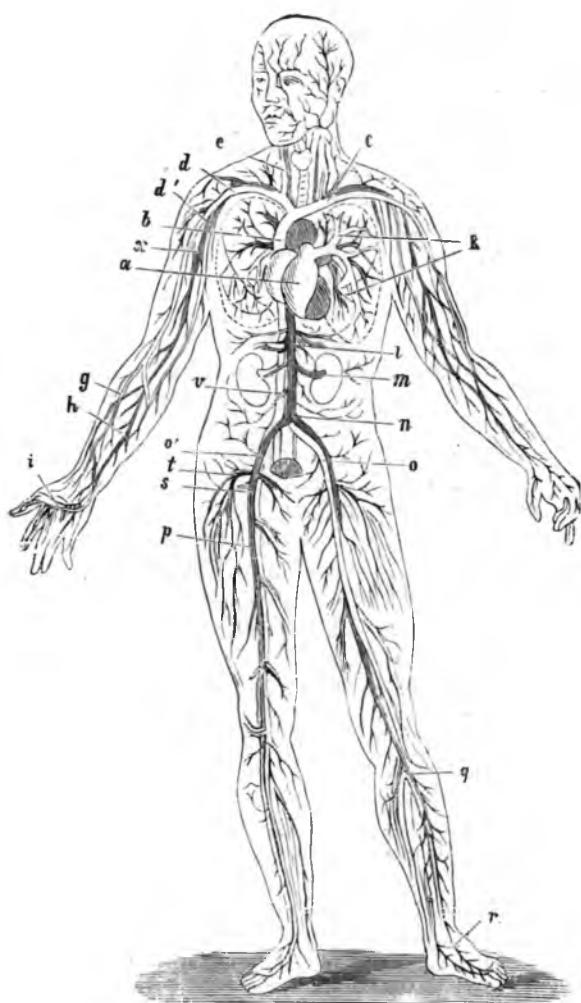


Рис. 4. Кровеносная система. На рисунке видно, как система кровеносных трубок пронизывает все тело; *a* — сердце; *k* — кровеносные сосуды легких; *e* — кровеносный сосуд шеи — сонная артерия; главный кровеносный сосуд — аорта; остальные буквы обозначают другие сосуды, несущие кровь к различным органам.

других физических свойств — появились в внешнем мире. Говоря проще, наш глаз делает как бы выбор из многих раздражителей, отмечая лишь определенные из них. Такой выбор на научном языке называется а н а л и з. В виду этой особенности органов чувств, их стали называть, по предложению академика И. П. Павлова, а н а л и з а т о р а м и.

Под названием «анализатор» теперь понимают весь нервный механизм, занимающийся анализом внешнего мира. В анализаторе различают: а) периферическую часть, которая воспринимает явления внешнего мира, находясь на периферии (поверхности тела), и б) центральную часть. Под этим понимают ту группу нервных клеток в мозгу, которая связана нервными волокнами с периферическим анализатором.

Таким образом различают периферическую часть анализатора от центральной.

Таково устройство системы связи и управления в организме. Это — нервная система. Она состоит из центрального аппарата в виде головного и спинного мозга, наблюдательных аппаратов, разбросанных на поверхности организма и в отдельных его частях для наблюдения за изменениями в окружающей среде и за деятельностью отдельных частей организма. Понятно, что между центром и периферическими наблюдателями должна быть связь. Она осуществлена при посредстве нервных волокон, известных под общим названием нервов.

Такая система связи охватывает своей деятельностью как внутренний мир организма, понимая под этим различные его части, так и отношения организма как целого к окружающему миру. Приспособление организма к изменениям температуры, направление за пищей, поиски самки, удаление от опасных раздражителей (от врагов) и т. п., — вот примеры действия поверхностно-лежащих периферических анализаторов (органов чувств) и центральной нервной системы.

Половой аппарат. Наконец, мы знаем, что другой отличительной чертой живых организмов является способность их размножаться. Для этого имеется особый п о л о в о й аппарат.

Перечисленные нами аппараты носят название о р г а н о в. В дальнейшем мы будем пользоваться этим названием и говорить: органы пищеварения, органы размножения (или половые органы) и т. д. Сейчас, для общего понятия о плане строения человеческого тела, нам кажется достаточным приведенных нами данных. В дальнейшем мы будем рассматривать отдельно различные органы как с точки зрения их устройства (анатомия), так и их деятельности (физиология).

Для лучшего уяснения плана строения тела приведем сообщенные данные в виде таблицы.

ТАБЛИЦА № 1.

Система:	Органы:
1. Опорная система	скелет, кости, связки, сочленения, хрящи.
2. Двигательная	мышцы и сухожилия.
3. Пищеварительная	глотка, пищевод, желудок, кишечный канал, пищеварительные железы (1).
4. Кровообращения	сердце и кровеносные сосуды.
5. Дыхательная	трахея (дыхательное горло), легкие.
6. Выделительная	почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал.
7. Система связи:	
а) химическая связь	органы (железы) внутреннего выделения (например щитовидная железа и др.)
б) нервная связь	нервная система: анализаторы: а) периферическая часть их (органы чувств), б) нервные проводы (нервы и волокна), в) центральные части анализаторов (нервные центры в головном и спинном мозгу и в нервных узлах).
8. Половая	половые органы (яички, яичники, матка).

После общего рассмотрения плана строения нашего тела, как он представляется невооруженному глазу, естественно желание заглянуть внутрь отдельных органов. Интересно посмотреть при помощи микроскопа, ¹ из каких частей построены различные органы

Микроскопическое строение тела; клетка и ткани.

¹ Микроскопом называют прибор, состоящий из системы выпуклых и вогнутых стекол. При помощи микроскопа можно рассматривать изображение данного предмета при увеличении его до 2 500 — 3 000 раз.

нашего тела. Первое, что бросается в глаза при исследовании любого органа под микроскопом, это — то, что везде мы находим микроскопически — малые образования, сумма которых и составляет исследуемый нами орган. Орган построен из этих маленьких образований, как, например, дом из кирпичей. Эти «кирпичики», входящие в строение органов живых существ, издавна¹ называют «клеточками», или «клетками». Итак, микроскоп показывает нам прежде всего, что в основе органов нашего тела лежат клетки. Их в настоящее время считают единицей строения тела и к их деятельности сводят особенности различных органов. Изменения в клетках влекут за собой расстройство деятельности органов и болезнь организма.

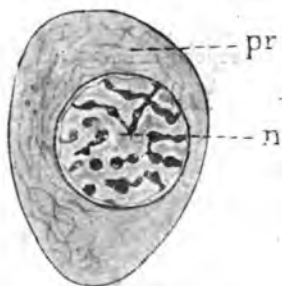


Рис. 6. Клетка животного организма при сильном увеличении. Видно: тело клетки (обозначено буквами *pr*) с его сложным строением и ядро (отмечено буквой *n*). В ядре также заметны зернышки и нити.

Посмотрим, как устроена клетка (см. рис. 6). Основой каждой клетки является ее тело, которое называют протоплазмой.² Обычно тело клетки представляется в виде комочка вещества, различной формы и очень сложного состава.³ В протоплазме часто заметны разной величины зернышки, капельки, кристаллики и даже посторонние твердые тела и частицы, например пыль, железо и тому подобные вещества, попадающие в организм извне. В протоплазме можно отличить ядро в виде более или менее резко очерченного кружка, лежащее то в центре, то ближе к краю клетки. В ядре бывает видно небольшое зернышко, так называемое ядрышко. Вот главные составные части в с я к о й клетки. Клетки из мира растений имеют резко выраженную оболочку. Клетки организмов животных, повидимому, вовсе лишены оболочки или она у них

¹ Что строение живых организмов можно свести к основным микроскопически-малым единицам, показано было германскими учеными Шлейденом (1837 г.) и Шванном (1839 г.). Первый изучал растения, второй — животных. Эти ученые и ввели название «клетка» для обозначения единицы строения живого вещества.

² Протоплазма — в переводе с греческого — значит: первичная плазма. Этим хотели отметить, что тело клетки есть простейшее, ранее всего появившееся на свете органическое вещество.

³ В теле клетки, в ее протоплазме, происходят те сложные превращения вещества и энергии, которые характерны для явлений жизни в организмах. Понятно, что состав тела клетки не может не быть сложным. Можно без преувеличения сказать, что здесь мы встречаем самые сложные химические вещества, какие только существуют на земном шаре. В дальнейшем мы коснемся вопроса о химических веществах, входящих в состав организмов.

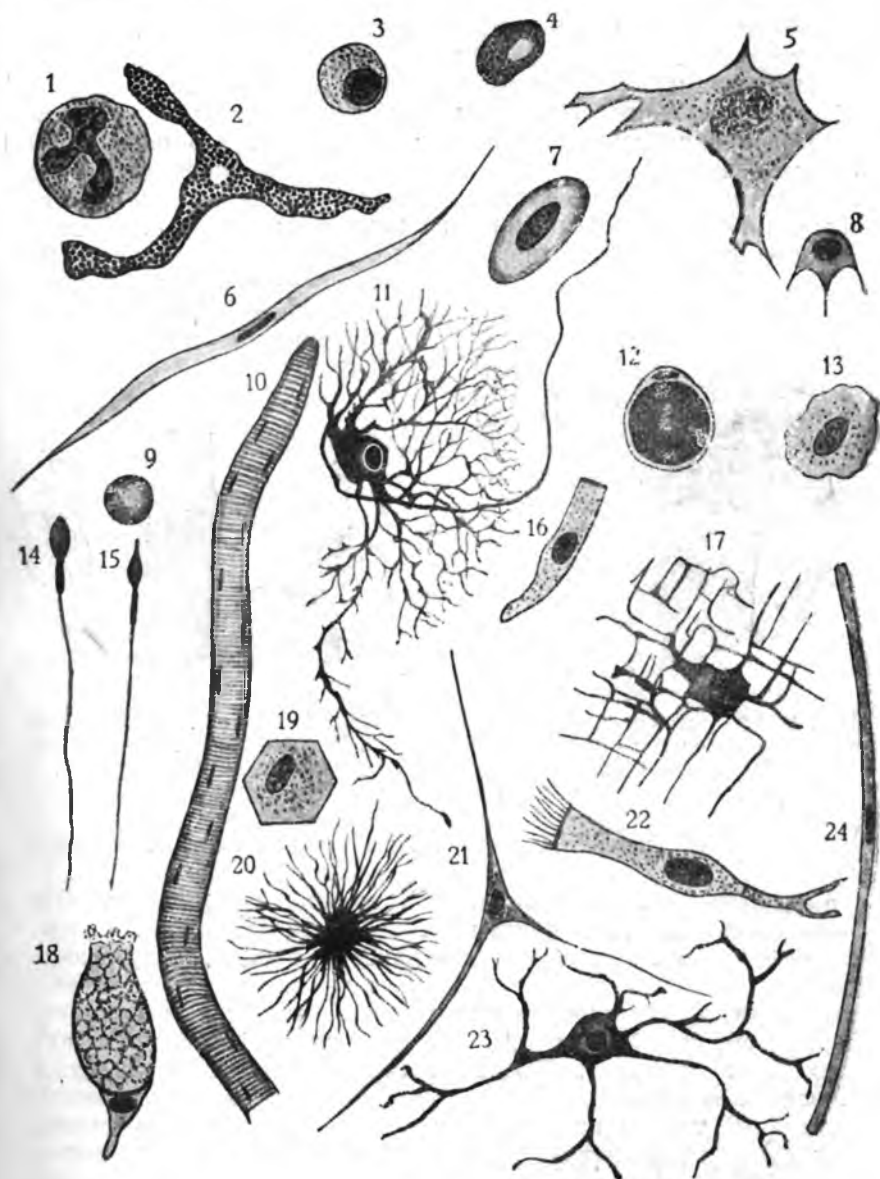


Рис. 7. Различные формы клеток животного организма: 1, 3, 7, 9 — клетки крови; 2, 4, 5, 12, 17, 20, 23 — клетки опорной (соединительной) ткани; 6, 10, 21 — клетки мышечной ткани; 16, 18, 19 — клетки (покровной) эпителиальной ткани; 22 — клетка «мерцательного», или ресничатого, эпителия; 11 — нервная клетка; 14 — 15 — половые клетки — клетки семенной жидкости (сперматозоиды).

чрезвычайно тонка и потому незаметна при обычных способах исследования.

Величина и форма клеток различны в зависимости от органа. На рисунке 7 представлены разные виды клеток.

Более внимательное изучение показывает, что схожие по форме, величине и другим особенностям клетки образуют как бы обособленные группы. Это дало повод объединять однородные клетки в особые группы под названием тканей. Таким образом орган представляется нам состоящим из тканей, а ткани — из клеток. Таково современное представление о строении организма.

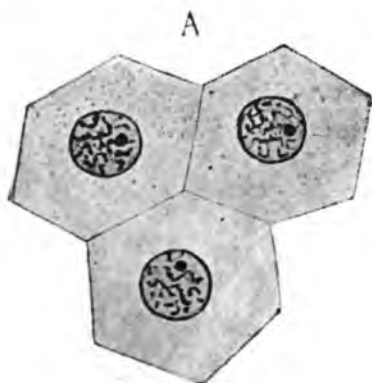


Рис. 8. Покровная (эпителиальная) ткань. Плоский эпителий (кожи). «Мостовидный эпителий».

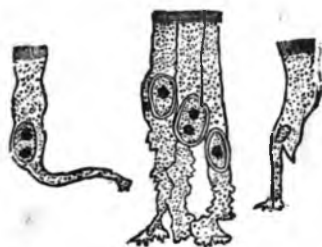


Рис. 9. Клетки, выстилающие кишечный канал. Так называемый цилиндрический эпителий.

Все ткани организма в настоящее время сводят к четырем группам:

Покровная ткань (эпителий). 1. Покровная, или эпителиальная ткань. Эта ткань, как показывает ее название, служит покровом, выстилая поверхность тела и внутренние полости, как, например, пищеварительный канал, дыхательные пути, выделительные каналы и т. п. Ткань эта характерна тем, что состоит сплошь из клеток, тесно прилегающих друг к другу. Промежуточного вещества очень мало, и все оно сводится к небольшой прослойке между клетками. Отдельные клетки покровной ткани имеют различную форму, смотря по месту нахождения. Так, например (рис. 8), клетки поверхности кожи имеют вид многогранников и очень напоминают те деревянные многогранные призмы (торцы), которыми у нас иногда мостят улицы. Этот вид покровной ткани носит название: **мостовидный эпителий**. Клетки покровной ткани из других мест организма носят иной вид (рис. 9). Они

часто отличаются также своими химическими свойствами, в зависимости от особых, на них выпадающих, задач. Так, например, некоторые клетки покровной ткани, выстилающей пищеварительный канал, превращаются в своего рода химические фабрики, приготовляющие одни — слизь¹, другие — те сложные химические вещества, при помощи которых «переваривается», как говорят, пища.²

«Мерцательный» эпителий. В некоторых местах клетки покровной ткани снабжены на поверхности своей особыми отростками, которые неправильно называют «волосками». Отростки эти находятся в постоянном движении, всегда в одну определенную сторону. Под микроскопом, если рассматривать кусочек органа, выстланный такими клетками, получается картина, напоминающая колебание под действием ветра колосьев ржи на густо-засеянном поле. Этот вид клеток носит название «мерцательного эпителия». Движение микроскопически-малых отростков этого вида клеток может развить значительную силу. В этом можно убедиться при помощи следующего простого опыта. Отрежьте лягушке голову и вскройте пищевод. Положите на начало пищевода шарик из воска или кусочек ее же печени. Вы увидите, как эти кусочки быстро начнут подвигаться к желудку. Микроскоп покажет вам присутствие в пищеводе, на его внутренней поверхности, клеток мерцательного эпителия.

Отсюда понятно и значение этого вида клеток. Они передвигают в определенном направлении приставшие к их поверхности частицы. Дальше мы

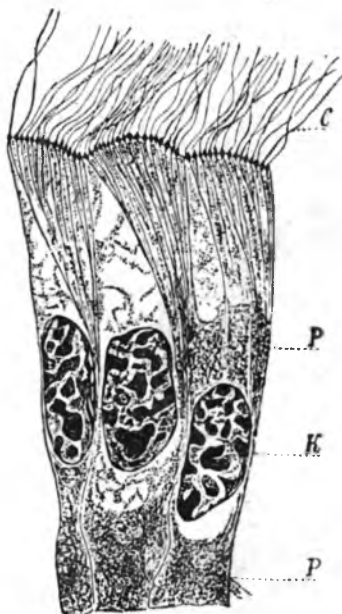


Рис. 10. Клетки «мерцательного» эпителия при сильном увеличении: *P* — протоплазма (тело) клетки; *K* — ядро клетки; *C* — отростки протоплазмы (тела) клетки, — так назыв. мерцательные «волоски».

¹ Слизь, как увидим дальше, играет очень важную роль, облегчая продвижение содержимого кишечного канала.

² Ходячее выражение «переваривание» пищи следует понимать научно, как химическую ее обработку различными соками, частью вырабатываемыми в стенках пищеварительного канала, частью поступающими сюда из специальных органов (пищеварительных желез).

не раз встретимся с этого рода клетками. Рисунок 10 дает понятие о мерцательном эпителии.

Соединительная ткань.

2. Соединительная ткань, как показывает ее название, прежде всего играет роль промежуточной ткани в организме. В силу этой своей роли она должна отличаться разнообразием, в зависимости от данного органа.

В эту группу относят: ткань костей, хрящевую ткань, кровь,¹ жировую ткань² и собственно соединительную ткань, всегда в большем или меньшем количестве встречающуюся между другими тканями в каждом органе. Значение соединительной ткани понятно без особых объяснений. Роль этой ткани прежде всего — служить опорным материалом в виде костей, обеспечивать плавность движений (хрящи), давать органам прочность, и т. п. Кроме того, к этой же ткани причисляют клетки, обладающие способностью защищать организм от посторонних веществ, захватывая их и переваривая выделяемыми

Рис. 11. Мышечное волокно (поперечнополосатое); поперечноисчерченная часть есть протоплазма (тело) мышечной клетки; темные продолговатые образования (отмечены буквой *h*) — ядра мышечной клетки.

Рис. 12. Клетки гладкой мышечной ткани.

соками.³ Различные виды соединительной ткани даны на рис. 7.

¹ Кровь в настоящее время считается жидкой тканью.

² Является запасным складом пищи в организме.

³ Дальше мы увидим, что клетки соединительной ткани способны захватывать и переваривать вещества, как, например, железо, кусочки камня, и т. п.

Мышечная ткань. 3. Мышечная ткань. Сюда относится ткань, из которой построены наши мышцы, известные в обычной жизни под названием «мяса». То, что мы едим за

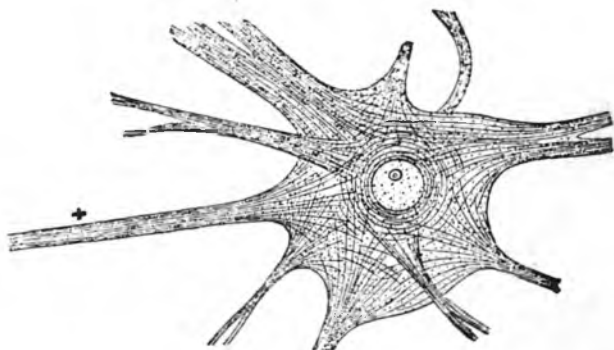


Рис. 13. Нервная клетка. Видно сетчатое строение тела клетки. Много отростков, один из них продолжается в волокно нерва.

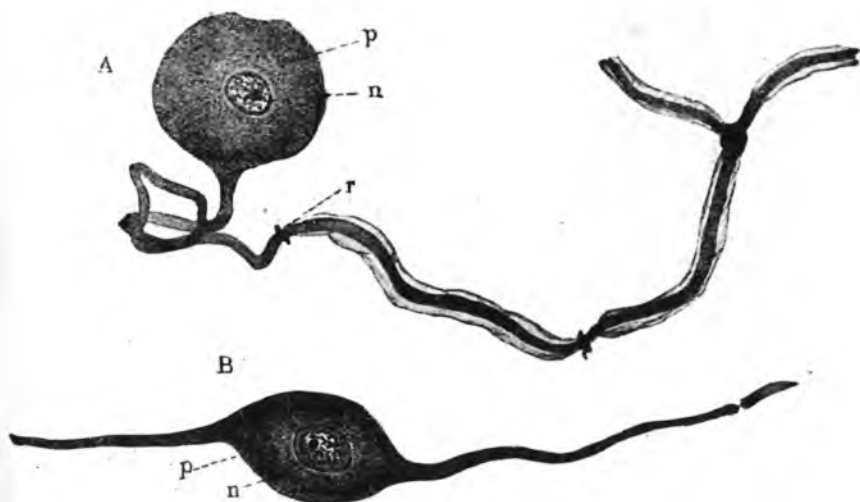


Рис. 14. Нервные клетки. *А* — нервная клетка с одним отростком, переходящим в нервное волокно; *В* — нервная клетка с двумя отростками; *р* — тело клетки; *п* — ядро клетки.

обедом под названием говядины или мяса, и есть, в сущности, мышечная ткань.

В организме различают поперечнополосатые мышцы и гладкие. Гладкие мышцы встречаются в органах, лежащих внутри

организма. Поперечнополосатые суть скелетные мышцы, приводящие в движение наши кости (как, например, руки, ноги).

Как каждый знает из личного опыта (вареное мясо), мышцы распадаются на отдельные волокна.¹ Эти волокна при рассма-

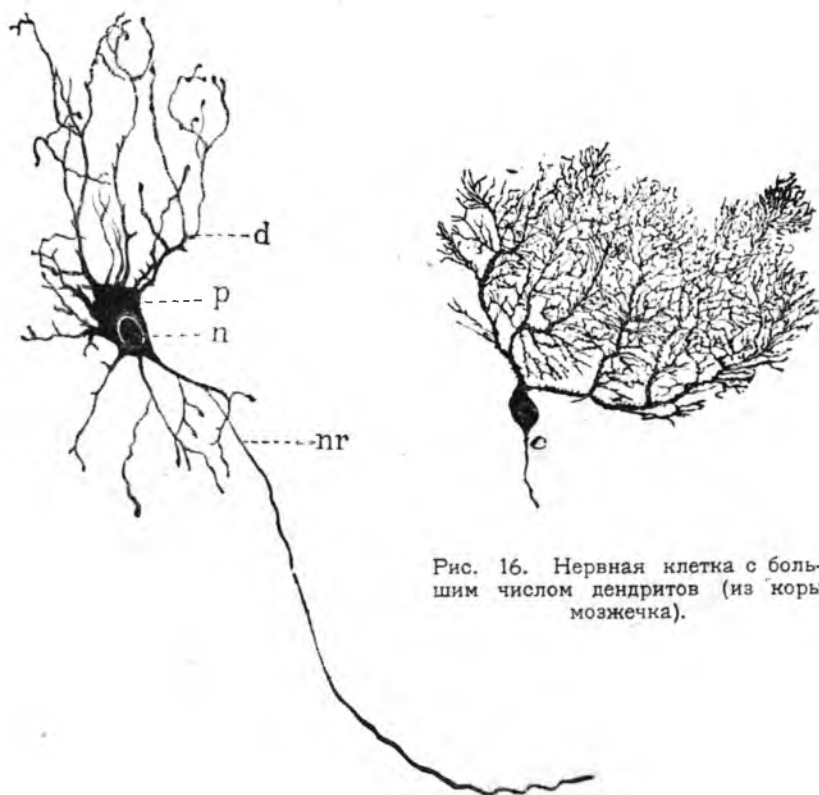


Рис. 16. Нервная клетка с большим числом дендритов (из коры мозжечка).

Рис. 15. Нервная клетка со многими отростками: *p* — тело клетки; *n* — ядро; *d* — дендрит; *nr* — нейрит, переходящий в нервное волокно.

тривании их под микроскопом оказываются состоящими, в свою очередь, из более мелких волоконцев. Волоконца эти предста-

¹ При варке мясо распадается на волокна, так как растворяется соединившая их ранее соединительная ткань.

вляются как бы исчерченными¹ в поперечном направлении. Имея все признаки клетки (ядро и ядрышко), они и являются клетками мышечной ткани. Роль их — в их способности сокращаться, что влечет за собою укорочение всей мышцы и затем движение костей, к которым она прикреплена. Так называемая гладкая мышечная ткань представляется состоящей из клеток, похожих по форме на веретено. Исчерченности здесь нет. Виды клеток мышечной ткани показаны на рисунках 11 и 12.

4. Нервная ткань состоит из клеток и волокон. **Нервная ткань.** Клетки нервной ткани чрезвычайно разнообразны по своему внешнему виду. Это видно на рисунках 13—16, которые дают образчики нервных клеток, взятых из разных областей. Характерным для нервной клетки является наличие отростков. Их у большинства клеток, по меньшей мере, два. Один, продолжаясь, переходит в волоконец, которое входит потом вместе с такими же отростками других нервных клеток в состав нерва². Другой отросток предназначен для связи с соседними клетками. Этим последних отростков часто бывает несколько. Иногда они дают картину дерева или, по крайней мере, ветвящегося куста. Этим оправдывается и их название «дендриты». Тело клетки оказывается состоящим из тончайшей сети волоконцев. В петлях этой сети вкраплены глыбки вещества³, — их называют тельцами Ниссля.

Обеим названным частям нервной клетки приписывалось важное значение в ее жизни и деятельности.

Нейрон. В настоящее время признают, что главное значение имеет сеть волоконцев (нейрофибрили). Глыбки Ниссля играют роль лишь питательных запасов для клетки. Нервная клетка со всеми ее отростками носит название «нейрона». Кроме нервных клеток, в состав нервной ткани входят еще нервные волокна. Нервные клетки поддерживаются особым видом опорной ткани, которую называют нейроглией. Таким образом, характеризуя нервную ткань, можно сказать, что она состоит из нейронов и промежуточного вещества, которое называют нейроглией.

Для общего обзора разных тканей и их значения в организме мы даем таблицу, повторяющую в общих чертах все сказанное нами о тканях.

¹ Поперечная исчерченность есть выражение того, что мышечное волокно состоит из двух веществ, из которых одно преломляет свет сильнее, другое — слабее.

² Отросток, входящий в состав нерва, носит название «нерита». Другой отросток называют дендрит за его сходство с ветвями дерева.

³ Тончайшие нити называются нейрофибрили. Лежащие в петлях их глыбки получили название — по имени описавшего их автора — тельца Ниссля.

ТАБЛИЦА I.
Ткани и их значение.

Название ткани.	Где встречается по преимуществу.	Значение ее в организме.
1. Покровная (эпителиальная)	выстилает: а) поверхность кожи; б) полости внутри организма, как например: пищеварительный канал, дыхательные пути, половые пути, мочевые пути;	механическая защита от вредных влияний внешней среды; специальные задачи, как, например: облегчение прохождения содержимого пищеварит. канала, продвижение яйца по половым путям, очистка воздуха от пыли и удаление пыли в дыхательных путях и т. д.; выделение химически действующих веществ (например пищеварительных соков);
2. Соединительная	а) входит в состав опорных тканей (кости, хрящи, сухожилия); б) является промежуточной тканью; в) в составе жировой ткани; г) в крови; д) лимфа;	опора и участие в движениях костей; борьба с попадающими в организм посторонними веществами; опорная ткань; роль склада пищевых веществ (жир) и запаса энергии; питание органов и тканей; борьба с вредными веществами (защита организма); питание клеток и их промывание (удаление отбросов);
3. Мышечная	мышцы;	1) механическая роль в движениях; 2) согревание тела (выработка тепла);
4. Нервная	в головном, спинном мозгу; нервных узлах. Нервы.	связь между частями организма, а также между организмом и внешним миром.

II.

РЕГУЛЯЦИЯ ЖИЗНЕННЫХ ПРОЦЕССОВ.

Связь между отдельными частями организма.—Связь организма с внешним миром.—Аппараты связи: а) периферические воспринимающие аппараты; б, в) нервные центры и нервные проводники.—Понятие о рефлексе.—Рефлекторная дуга.—Разные виды рефлексов.—Рефлексы условные (приобретенные; и безусловные (врожденные).

В предыдущих занятиях мы собрали достаточно материала, на основании которого вы можете составить себе общее представление о плане строения и деятельности нашего организма. Теперь нам предстоит перейти к более интересной, но за то и более трудной части нашей работы, — к рассмотрению деятельности отдельных органов, чтобы создать себе возможно более точную картину жизни всего организма, как единого целого в окружающей его среде. До сих пор мы наблюдали нашу животную машину, так сказать, издали. Теперь нам надо, подойдя к ней возможно ближе, присмотреться к подробностям работы ее отдельных частей. С чего же начать? К каким органам обратиться? Организм есть единое целое, и изучать его надо было бы, в сущности, в его целом, так как отдельные его части работают совместно друг с другом, влияя друг на друга, как части любого сложного механизма. Однако из соображений большего удобства и лучшего и скорейшего усвоения приходится

как бы дробить нашу машину на части и изучать деятельность разных органов в отдельности. При этом всегда надо помнить, что в организме все частями организма.

органы работают дружно и согласованно, как музыканты в хорошем оркестре! Это предполагает уже наперед существование связи и между органами. Выше мы отметили, что связь существует также и между организмом в целом и окружающей его средой. Эта связь обуславливает способность организма отвечать на изменения в окружающей среде — изменением работы своих органов. Таким образом на деятельность органов нашего тела нельзя смотреть, как на нечто неизменное. Работа отдельных частей нашего организма постоянно меняется как будто бы под влиянием какого-то бдительного опытного мастера, который усиливает работу одних и замедляет деятельность других органов. В этом — одна из существеннейших особенностей нашего организма, отличающая его от искусственных механизмов. Нам представляется наиболее экономным и удобным рассмотреть в первую очередь именно эту особенность, начав с нее наше изучение деятельности организма. Поищем, какой орган играет роль указанного выше мастера-регулятора и как происходит в общем самое явление регуляции деятельности

наших органов. Знакомство с этим механизмом облегчит в дальнейшем понимание многих явлений в организме и поможет нам выработать правильный взгляд на деятельность нашего организма в целом, что и является конечной целью нашей науки. Обратимся теперь к опытам.

Связь организма с внешним миром. Из многочисленных случаев приспособления организма к окружающей обстановке выберем такой, где бы яркость проявления соединялась бы с сравнительной простотой обстановки наблюдения. Возьмем лягушку, как недорогой и легко доступный предмет, и станем наблюдать, как она будет относиться к изменениям окружающей обстановки. Выберем момент, когда она сидит спокойно, и ушипнем ее за лапку. Лягушка сделает прыжок, стремясь уйти от раздражающего действия нашей руки. Вот — самое обыденное проявление приспособления организма к окружающим условиям. Лягушка проделала ряд движений, нужных для удаления от необычного раздражителя кожи. Разберем это явление подробнее. Очевидно, на нормальной лягушке дальше только-что сделанного наблюдения мы не пойдем. Нам мешают те движения, которые каждая нормальная лягушка проделывает время от времени под влиянием различных раздражений,¹ которых мы не можем учесть с требуемой точностью. Забежав несколько вперед, сообщим, что разнообразие движений сильно ограничивается у животных по мере удаления у них головного и среднего мозга. В этом легко убедиться, постепенно срезывая части мозга у лягушки, начиная с самых высших отделов, так называемых полушарий большого мозга.

Такой опыт не особенно труден. Возьмите лягушку, вскройте ей осторожно череп и откройте мозг. Удалите теперь осторожно спереди продолговатые тела, называемые полушариями, и посмотрите, как будет вести себя лягушка после такой операции. Когда она оправится после операции, вы увидите, что она не будет проделывать многих движений, на какие способна нормальная лягушка. Ее отношение к внешнему миру будет много проще. Однако, все же движения оперированной лягушки еще достаточно разнообразны и не дают нам возможности изучить их в простейшей форме. Поэтому мы удалим у нашей оперированной лягушки и следующие части мозга. За мозговыми полушариями, которые мы уже удалили, лежат: средний мозг, в виде небольшого образования, так называемые зрительные чертоги, или зрительные бугры, в виде двух круглых тел, и, наконец, небольшое образование

¹ Дальше мы увидим, что нормальный организм находится постоянно под влиянием различных раздражителей, действующих как из внешнего мира, так и изнутри самого организма.

за буграми, сходное по значению с мозжечком, или малым мозгом высших животных. Удаляя постепенно перечисленные части нервной системы, мы все более и более будем упрощать ответы нашей лягушки на раздражения извне. После удаления перечисленных частей нервной системы наша лягушка, положенная на стол, будет лежать, как труп, не проявляя движений, присущих нормальной лягушке. Попробуем вывести ее из лежащего положения. Подвесим ее за голову. Мы получим у такой лягушки ряд движений, направленных на то, чтобы выйти из этого положения. Очевидно, что ненормальное положение частей тела в пространстве сопровождается раздражением различных анализаторов. В результате лягушка делает ряд движений. Чтобы они нам не мешали, удалим еще часть мозга, именно самую верхнюю часть спинного мозга, известную под именем продолговатого мозга. После этого наша подвешенная за голову лягушка останется висеть неподвижно и не будет обнаруживать никаких движений. Прodelав описанные операции,¹ мы получим, собственно говоря, уже не лягушку, а лягушечий препарат,² который не обнаруживает никаких движений, если только внешняя обстановка не будет более или менее резко и грубо нарушена.³

При нормальных условиях, предохраненная от высыхания кожи и при отсутствии раздражителей поверхности тела, такая «обезглавленная» лягушка может десятки минут и часы оставаться без движения. При этом деятельность других органов не прекращается, как это можно обнаружить, вскрыв грудную клетку и обнаружив сердце, которое даст нам картину своей нормальной деятельности в виде сменяющихся друг за другом сжатий (сокращений) и расслаблений. Подвесим такую лягушку за нитку вверх головой. В таком положении лягушка останется в полном покое, не обнаруживая ни одним движением стремления выйти из этого необычного для нее положения.⁴ Попробуем теперь раздражать кожу нашей лягушки разными способами. Удобнее всего сделать это, приложив небольшой кусочек пропускной бумаги, пропитанной раствором кислоты.⁵ Наложим такой кусочек бумаги на заднюю часть бедра слева. Спустя некото-

¹ Практически это проделывается очень просто. Одно из лезвий ножниц проводят в рот лягушки и отстригают быстрым и уверенным движением верхнюю челюсть с головным, средним, малым и продолговатым мозгом.

² Такая лягушка называется во многих учебниках «спинномозговая лягушка».

³ Во время опыта надо смачивать лягушку водой во избежание высыхания, которое сопровождается сильнейшим раздражением кожи. В результате этого получаем ряд движений, которые могут помешать нам изучать влияние раздражений кожи, путая всю картину.

⁴ Нормальная лягушка (с головным мозгом) не остается пассивной к изменению положения ее тела в пространстве.

⁵ Берется обычно однопроцентная уксусная кислота.

рое время ¹, мы заметим появление сокращений в мышцах той же лапки. В результате мы увидим ряд движений этой лапки, направленных к тому, чтобы удалить бумажку, раздражающую кожу. Выражаясь обыденным языком, «обезглавленная» лягушка будет стараться снять бумажку. Как только бумажка будет сброшена, движения постепенно затихнут, и лягушка снова начнет висеть неподвижно, как труп. Положим снова бумажку на одно из бедер, и как только появятся сокращения лапки, придержим ее, чтобы помешать лягушке сбросить раздражающую бумажку. При этих условиях мы заметим, что начнет сокращаться соседняя лапка, стремясь своими движениями достичь того, чего не может сделать другая, придерживаемая нами лапка. Если не поможет и это, и бумажка останется на коже, мы скоро станем свидетелями, как придут в движение передние лапки лягушки, а затем и все двигательные аппараты лягушки будут пущены в ход для удаления раздражителя с кожи бедра. Вот первые результаты наших опытов. Обобщая полученное, мы видим, что:

1. Лягушка отвечает на раздражение кожи, пуская в ход двигательные аппараты (мышцы, кости).

2. В характере ответов есть известный порядок. Движения, как говорят, «координированы». ² Пускаются в ход лишь те аппараты, которыми проще всего удалить данный раздражитель. Замечается целесообразность ответных движений.

3. В случае длительного действия раздражителя кожи вследствие неудачи первых движений, организм лягушки пускает в ход и другие аппараты в известной последовательности, в крайнем случае приводятся в действие все наличные аппараты, нужные для удаления раздражителя.

Итак, на раздражение кожи обезглавленная лягушка отвечает целым рядом движений, направленных, очевидно, к тому, чтобы удалить раздражитель. Наблюдая внимательно движения, мы видим, что они не случайны, а правильны, последовательны и строго зависят от места приложения раздражителя. Движения происходят всегда в таком порядке, что в первую оче-

¹ Величина этого времени различна и зависит от нескольких условий, как, например: а) от силы раздражителя, б) от состояния возбудимости организма (нервной системы). Скорость ответа на раздражение замедлена первые моменты после операции обезглавливания. Дальше мы увидим причину этого, кроющуюся в явлениях торможения от сильного раздражения спинного мозга в момент удаления головного.

² Координированный — значит: приведенный к известному порядку, упорядоченный, согласованный.

редь приводятся в действие те мускулы, сокращением которых легче всего удалить раздражитель. Правильность и согласованность движений такова, что их при недостаточном навыке и знакомстве с анатомией можно предсказать наперед, зная место приложения и силу раздражителя.

Прежние наблюдатели, пораженные такой правильностью и целесообразностью ответных движений обезглавленной лягушки, находили возможным видеть в этом проявление «души», и возникло даже понятие о «спинномозговой душе». Бесплодность подобных мистических представлений очевидна сама собой. Сказать, что в нашем случае проявляет свое действие какая-то особая «душа», значит не сказать ровно ничего и не подвинуться ни на шаг вперед, так как исследовать душу нашими физиологическими способами исследования мы не можем. Оставив поэтому мистические толкования в стороне, попробуем поискать ближе, от чего зависит особенность ответных движений на раздражение кожи у наших лягушек.

Аппарат связи организма с внешним миром. Для этого нам надо рассмотреть подробнее те ответные движения, которые мы наблюдали до сих пор. Мы отмечали лишь раздражение и ответ на него. Рассматривали начало и конец явления.
а) Воспринимающий аппарат кожи. Теперь нам надо изучить и промежуточные его звенья. Кроме того, необходимо обратить внимание на устройство и взаимную связь органов, участвующих в ответных движениях на раздражение кожи.

Начнем с рассмотрения органов. Прежде всего надо предположить, что в коже, близко к ее поверхности, находятся какие-то особые приборы, имеющие свойство возбуждаться такими раздражителями, как, например, в нашем случае — кислота. Посмотрим, что дает изучение строения кожи. Микроскоп показывает нам, что верхние слои кожи состоят из покровной ткани (эпителия), между клетками которого находятся особые аппараты нервной природы. Эти аппараты в анатомии называются «нервные окончания».¹ Одно из таких окончаний вы видите на прилагаемом рисунке (рис. 17). Рассеянные в коже, они и являются сигнальными станциями, которые наблюдают за внешним миром. Когда на поверхности кожи появляется какой-нибудь раздражитель (как, например, в наших опытах, — кислота), эти сигнальные аппараты приходят в возбу-

¹ С нашей точки зрения название это неправильно, их следовало бы назвать начальными нервными образованиями, так как отсюда начинается нервное возбуждение, передающееся в центр. В анатомии приборы эти носят разные названия по имени открывших их авторов (тельца Фатер-Паччини, Руффини, Грандри, Краузе Мейснера).

жденное состояние,¹ которое передается в центр. Мы можем проверить эту роль кожных нервных аппаратов непосредственно

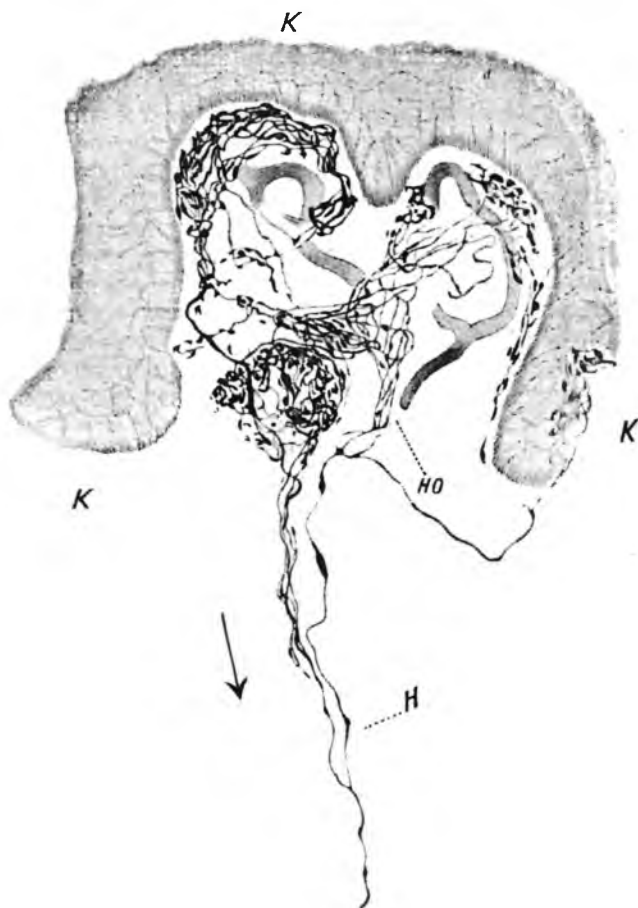


Рис. 17. Разветвление центростремительного нерва в коже; периферический воспринимающий аппарат кожного анализатора. *К* — верхний слой кожи; *Н* — нервное волокно; *НО* — разветвление его — так называемое «нервное окончание».

¹ В чем состоит нервное возбуждение, мы скажем об этом позднее. Здесь мы хотим только предупредить читателя от склонности к мистическим представлениям о нервном возбуждении, как о чем-то таинственном. Современная физиология показывает, что нервное возбуждение может быть сведено к физико-химическим явлениям в нервных аппаратах. Действие раздражителя вызывает в нервном аппарате изменение его химических и физических свойств. Здесь происходит то превращение энергии из одной формы в другую, с которым мы знакомы из физики.

на опыте. Есть вещество, так называемый **к о к а и н**, которое обладает свойством приводить к бездействию нервные аппараты, воспринимающие раздражения. Смажем небольшой участок кожи кокаином. В результате мы увидим, что раздражение кислотой этого участка кожи не даст уже нам тех ответных движений, к которым мы привыкли. Отсюда — вывод, что ответные реакции на раздражение кожи обусловлены присутствием и нормальной деятельностью особых нервных образований, называемых **н е р в н ы м и о к о н ч а н и я м и**

б) Нервные проводники (нервы). Из анатомии мы знаем, что нервные окончания связаны с нервными стволами, являясь их периферической частью. Посмотрим, какое отношение к нашим опытам имеют нервы. Из анатомии известно, что задняя лапка лягушки, на которой мы производим наши опыты, связана с центральной нервной системой (спинным мозгом) при посредстве так называемого **с е д а л и щ н о г о н е р в а**. Это — большой и сравнительно толстый нервный ствол. Разрезав кожу и раздвинув мускулы, среди которых он проходит, нам не трудно до него добраться. Отделим его от окружающих тканей, подведем под него ножницы и вырежем на некотором протяжении тщательно все, кроме нерва.¹ После этого лапка останется в связи с остальным организмом лишь при посредстве этого нервного ствола. Попробуем теперь раздражать кожу этой лапки кислотой и мы получим те же характерные ответные движения, что и у нормальной лягушки. Стоит перерезать нерв, и движения исчезают.

Очевидно, что **н е р в** и е с т ь т о т п у т ь, по которому возбуждение кожного нервного аппарата передается в центр. Теперь нам остается только пойти вдоль нерва, чтобы притти к этим центральным станциям. Нерв приведет нас к **с п и н н о м у м о з г у**.

в) Нервные центры. Попробуем разрушать спинной мозг, производя это осторожно, мало-по-малу. Сделать это не трудно. После отсечения верхней челюсти спинномозговой канал зияет, и в него не трудно войти тонкой иглой. Разрушим сначала передние части спинного мозга. Мы увидим, что раздражение кожи **з а д н и х** лапок попрежнему будет сопровождаться ответными движениями этих лапок. Раздражение же кожи **п е р е д н и х** лапок останется без ответа. Продолжим наше разрушение спинного мозга дальше, и мы увидим, что как только будут разрушены части спинного мозга, лежащие в пояс-

¹ Операция — проста. Отделив на некотором протяжении нерв, подводят под него ножницы и вырезают кусочек кости с мышцами и кожей. Лапка остается связанной с туловищем лишь одним тонким нервным стволом (седалищный нерв).

ничной части позвоночного канала, ответные движения на раздражения кожи в области задних лапок прекратятся. Мы в праве сделать вывод, что спинной мозг играет важную роль в осуществлении ответов организма на раздражения из внешнего мира, падающие на кожу.

Анатомия нам показывает, что в спинном мозгу расположены группы нервных клеток. Клетки эти находятся в связи (через нервы) с различными нервными аппаратами, некоторые из которых мы встречали в коже, как воспринимающие нервные аппараты. В спинном мозгу нервные клетки расположены по этажам, при чем клетки каждого этажа непосредственно связаны с нервными аппаратами определенной области тела. Кроме того, отдельные группы клеток находятся в связи друг с другом. Такая связь осуществляется как в пределах одного и того же этажа, так и между различными этажами спинного мозга. Таким образом имеется возможность и для обособленной работы отдельных групп клеток, и для вступления в действие спинного мозга, как единого целого.

Эти данные проливают свет на казавшиеся многим таинственными и мистическими явления согласованности и целесообразности ответных движений обезглавленной лягушки. Обезглавленная лягушка отвечает на раздражение определенного участка кожи сокращением строго определенных групп мышц, — не потому, конечно, что имеется какая-то мистическая причина, руководящая движениями, а потому, что таково строение спинного мозга. Такова связь между аппаратами кожи, воспринимающими раздражения, и двигательными аппаратами. Вы видели, что в случае, когда первые ответные движения на раздражение кожи остаются без результата, и раздражитель не удаляется, а продолжает действовать, постепенно начинают вступать в действие сначала соседняя лапка, а затем и другая пара лапок. Из того, что участвующие в ответных движениях группы нервных клеток в спинном мозгу расположены поэтажно, находясь в то же время все в связи друг с другом, нам становится понятным постепенное вовлечение в ответ разных групп мышц и костей. И здесь нам нет надобности прибегать к объяснению столь точного механизма ответа на раздражение какими-нибудь особыми силами. Для этого вполне достаточно полученных нами данных о значении спинного мозга, как центра, и анатомического строения нервной системы. Вся поразительная стройность, целесообразность, согласованность и точность ответных движений зависит от анатомической связи между группами нервных клеток спинного мозга с нервными аппаратами на поверхности тела и от соединений этих групп клеток между собою.

Рефлекс.

Ответные движения на раздражения, как в описанных нами случаях, издавна¹ получили название рефлекс. Это слово в переводе значит отражение. Наблюдателям, давшим такое название, казалось, что при раздражении, например, кожи, возбуждение как бы отражается в организме, и, как отраженный от зеркала луч, возвращается назад на поверхность, приводя в действие ту или иную группу мышц. В настоящее время мы знаем, что никакого отражения в организме не происходит. Дело надо представлять себе так, что внешний раздражитель, как в нашем опыте — кислота, вызвал изменения химических свойств специального нервного аппарата в коже. В результате этого здесь возникло нервное возбуждение в виде особого вида энергии, так называемой нервной энергии, которая вдоль нерва передается в спинной мозг, в определенную группу нервных клеток, которую мы можем назвать центральным воспринимающим аппаратом,² или центральной частью анализатора. По нервным (нейриты) отросткам этих клеток и затем по нерву — нервное возбуждение идет обратно, достигая тех нервных аппаратов,³ которые расположены в мышцах. Возбуждение этих аппаратов передается далее мышечным волокнам, и происходит сокращение мышцы. Это, понятно, — простейший случай. В более сложных случаях, когда раздражитель кожи достигает значительной силы или длится долго, возбуждение, придя в спинной мозг, может передаться не только в пределах одного этажа, но распространиться по спинному мозгу дальше, переходя на другие группы клеток, управляющие различными мышцами. Такой пример мы видели, когда, в результате длительного раздражения небольшого участка кожи бедра, пришли в состояние сокращения не только задние лапки, но и передние, а затем — и все мышцы тела лягушки. Очевидно, здесь волна возбуждения распространилась по многим нервным центрам спинного мозга.

Мы пришли к установке нескольких понятий, которые должны помочь нам разобраться в сложной картине нервных явлений

¹ Понятие «рефлекс» введено знаменитым французским философом Декартом (род. в 1596, умер в 1650 г.).

² В отличие от воспринимающего аппарата в коже (на периферии).

³ Читатель не должен смущаться тем, что и к центру, и от центра возбуждение в наших опытах с задней лапкой идет по одному и тому же нерву (седалищному). То, что мы называем нервом, на самом деле является пучком многих отдельных нервных волоконцев, из которых одни проводят возбуждение от периферии к центру, другие — обратно. Нерв можно сравнить с кабелем, также состоящим из пучка проволок, проводящих ток в разном направлении.

(рефлексов). Из разбора рефлекторных движений мы установили, что для их осуществления необходима целостность нервных аппаратов и связывающих их нервных путей.

Дуга рефлекса. Нервные аппараты, участвующие в рефлексе, носят название «дуги рефлекса». Таким образом под дугой рефлекса надо понимать различные части нервной системы, целостность которых необходима для осуществления данного рефлекса. Обратимся для примера к нашим опытам на обезглавленных лягушках и посмотрим, из каких частей состоит дуга рефлекса в наших опытах.

Начнем с кожи и пойдем в направлении волны нервного возбуждения. Прежде всего мы встретимся с воспринимающим внешнее раздражение аппаратом в коже.

Это — первая часть нашей рефлекторной дуги. От этого аппарата идет нервное волокно, по которому волна возбуждения передается к *центру* (т.-е. в спинной мозг). Эту вторую часть дуги мы назовем *центростремительным* нервным волокном (или центростремительным нервным путем). Следующая часть нашей дуги будет, очевидно, сам воспринимающий *центр спинного мозга*. Затем идут промежуточные *передаточные группы клеток* (*передаточные центры*), участвующие в передаче возбуждения на рабочий центр,¹ который в нашем случае является центром, управляющим движениями определенных групп мышц. От этого рабочего центра идут нервные волокна, относящие возбуждения от *центра*, поэтому мы называем их *центробежными* волокнами (или центробежными нервными путями). Конечной частью дуги рефлекса является особый аппарат в мышце, обуславливающий ее сокращение, это — так называемые *двигательные нервные аппараты* мышц (рис. 18). Вот из каких частей состоит рефлекторная дуга в случае сравнительно простых рефлексов.

Ясно, что кроме разобранных нами сравнительно простых случаев, могут быть и более сложные рефлексы. Тогда, понятно, и дуга рефлекса будет много сложнее. Дальше мы встретимся с такими сложными рефлексами в виде рефлексов с участием высших отделов мозга (полушарий большого мозга). Из изложенного вы видите, насколько важно иметь ясное представление о рефлексе

¹ Есть данные, говорящие за то, что возбуждение с воспринимающего центра в спинном мозгу передается не непосредственно рабочему центру, а при посредстве промежуточных групп нервных клеток с короткими отростками. Эти группы клеток играют роль служащих телефонной станции, соединяющих на время разных абонентов друг с другом.

и о рефлекторной дуге. Рефлекс в настоящее время является основной формой нервной деятельности. Когда речь идет о том или ином отделе нервной системы, который хотят изучить, то сейчас же задаются вопросом: в каких рефлексах участвует данный изучаемый отдел нервной системы? Каковы дуги этих рефлексов и какие именно части входят в их состав? Отсюда мы приходим к необходимости расширить наше понятие о рефлексе. До сих пор мы имели дело для простоты только с двигательными рефлексами в виде движений (так называемые двигательные рефлексы). Понятно,

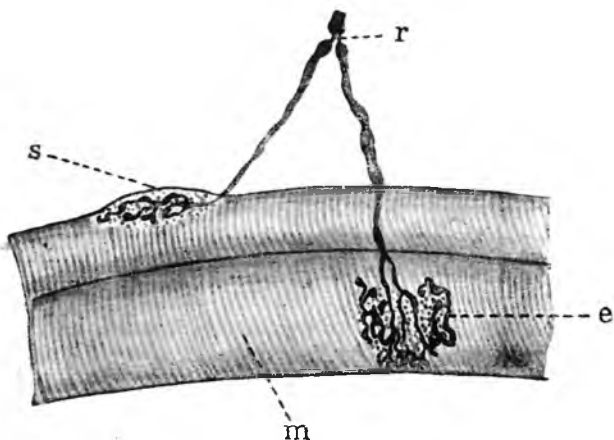


Рис. 18. Окончание центростремительного нерва (двигательного) в мышечном волокне; *m* — мышечное волокно; *r* — нервное волокно; *e*, *s* — концевые нервные аппараты.

что такой ответ организма не есть общее правило для всякого рефлекса. В других случаях ответ на раздражение может выразиться в иных формах. Покажем собаке пищу. Мы увидим, что она начнет облизываться, тянуться к пище, т.-е. ответит нам целым рядом знакомых нам двигательных рефлексов. Кроме того, мы увидим, что у нее начнет течь изо рта слюна.¹

В этом случае мы получаем ответ организма в виде отделения слюны. Очевидно, нет никакого основания не признать и этого ответа организма на раздражение — за рефлекс. Ведь и здесь можно найти рефлекторную дугу в виде целого ряда нервных аппаратов, связывающих слюнную железу как

¹ Это особенно резко видно, когда у собаки слюнный проток (канал, по которому отделяется слюна) выведен наружу.

с поверхностью тела,¹ так и с центральными частями нервной системы. Разница только в том, что в первых наших опытах лягушка отвечала движением лапок, а здесь — собака отвечает деятельностью слюнной железы. Разница лишь в ответном аппарате, а не в существе явления. Ответы организма на раздражения могут носить еще более сложный характер. Из множества примеров укажем на явления, наблюдаемые нами на дрессированных (обученных) животных. Кто не знает, что, собаки легко приобретают способность отвечать на кличку, прибегая на зов, проделывать по приказу хозяина ряд необычных для них движений и т. п. Присмотритесь ближе и вы увидите, что и здесь, в сущности, дело сводится к ответным движениям на определенные раздражения, т. е. к той группе явлений, которые мы условились называть рефлексом. В самом деле, во всех подобных случаях вы найдете: а) определенный раздражитель, как, например, звук в виде клички, голоса хозяина, приказание, отданное определенным тоном, и т. п.; б) ответ животного в виде тех или иных движений. Целость нервных аппаратов в виде рефлекторной дуги необходима и в этих случаях. Повредите у дрессированного животного отдельные части рефлекторной дуги, и результат дрессировки исчезнет.

Современное понятие о рефлексе. Очевидно, нет никаких оснований не включать в наше понятие о рефлексе и этих явлений, отличающихся от рассмотренных нами лишь сложностью рефлекторной дуги. Есть еще, однако, и сейчас исследователи, находящие возможным суживать понятия рефлекса лишь такими ответными явлениями, в которых, как они говорят, не участвуют ни воля ни сознание. Рефлекс таким образом определяется как бессознательный ответ организма на раздражение. С точки зрения этих исследователей, явления, наблюдаемые на дрессированных животных, не подойдут под понятие рефлекса, так как здесь предполагается участие и воли, и сознания. В разных книгах и учебниках вы можете встретиться с таким направлением. Вот почему мы считаем нужным, во избежание путаницы, коснуться этого взгляда на нервные явления.

Приведенное разграничение ответных явлений (рефлексов) на сознательные и бессознательные представляет прежде всего то неудобство, что вносит в понятие о рефлексе элементы

¹ Этот пример нам придется разбирать дальше (в главе о пищеварении). Здесь для ясности скажем, что поверхностным воспринимающим аппаратом в этом случае являются все те органы, на которые пища может действовать своими признаками даже на расстоянии (запах, вид и т. п.). Центральная станция, управляющая слюнной железой, лежит в верхних частях спинного мозга (в так называемом продолговатом мозгу). Дуга рефлекса в этом случае очень сложна и проходит через головной мозг.

чуждые физиологии и всякой другой науке чисто-опытного характера. Воля и сознание являются понятиями, взятыми из психологии, и мы, физиологи, не можем подвергнуть их исследованию нашими инструментами и аппаратами. Кроме того, эти понятия взяты из наблюдений над людьми и никак не могут быть приложены к исследованиям на животных, с которыми ежедневно имеет дело физиолог. Можно ли ответить на вопрос, когда имеешь дело с насекомым или червем, какие из его ответов на внешний раздражитель будут сознательны и какие надо отнести к бессознательным? Производя наблюдения на высших животных и даже на людях, нельзя всегда точно разграничить сознательное от бессознательного и ясно ответить на вопрос: участвует ли, и в какой мере, сознание в данном ответном явлении (рефлексе)? Только наблюдая свои собственные поступки и действия, до некоторой степени можно, и то далеко не всегда, дать себе отчет об участии сознания в том или ином нашем движении. Но и в этих случаях, как мы видели выше, нам, физиологам, введение в наш круг понятий психологии ничего нового не дает и ничего не разъясняет.

Физиолог должен оставаться в плоскости опыта и наблюдения. Чего нельзя проверить путем наблюдения и опыта, что является лишь предположением и догадкой, которых нельзя проверить опытом, то так же мало служит целям физиологии, как, например, религиозные представления библии о природе и мироздании — целям естествознания.

В настоящее время все более и более приходят к мысли, что физиологу надо отмежеваться от психологии и избегать введения понятий и даже названий, заимствованных из области наших личных ощущений и переживаний. Сталкиваясь с отношениями организмов к внешнему миру, физиолог должен, не смущаясь их сложностью, подходить к ним, как к явлениям естествознания, применяя к ним меру и число, сводя их к законам физики и химии и не укрываясь в мистический туман понятий и названий, которых нельзя проверить непосредственно опытом. Став на эту точку зрения, современная физиология дерзнула охватить понятием «рефлекс» и ту группу ответов организма на внешний мир, которая еще недавно чисто-искусственно оставалась за пределами физиологии на границе между нашей наукой и психологией.

Сейчас мы не боимся смотреть на все сложнейшие явления поведения животного, как на рефлексы. Все отношения животного и человека к внешнему миру мы стараемся разложить на рефлексы. Отсюда — и более широкое понятие рефлекса. Под рефлексом в настоящее время мы понимаем реакцию (ответ) организма (или отдельного органа)

на внешнее раздражение,¹ когда эта реакция осуществляется при посредстве нервной системы.

Виды рефлексов. Присматриваясь к различным рефлексам, мы заметим, что одни из них являются врожденными. Животное рождается на свет, обладая способностью отвечать определенным образом на ряд раздражений. Так, например, мы знаем, что каждое животное сейчас же после рождения отвечает криком или движениями на сильные раздражения поверхности кожи. Многие животные обладают способностью ходить и бегать, т.-е. удерживать равновесие своего тела в пространстве, что требует целого ряда рефлекторных, согласованных движений.

В то же время имеется группа ответных реакций, приобретаемых организмом при жизни. Сюда, например, относится умение находить и распознавать пищу, отвечая соответствующими реакциями на ее признаки. Еще более резкий пример приобретенных рефлексов дает нам дрессировка животных и воспитание людей. Приобретенные рефлексы называют условными, или сочетательными.² Их изучение имеет громадное значение, так как дает нам ключ к пониманию высшей деятельности нервной системы и, в конечном итоге, к тому, что всегда составляло заветную мечту исследователей, именно — открыть законы поведения человека. Они имеют сейчас особое

¹ Внешним раздражением будет тогда, когда оно находится в не воспринимающего нервного центра. Таким образом, к группе рефлексов мы отнесем и те случаи, когда раздражение возникнет в самом организме, но вне данного нервного центра. Так, например, раздражение может возникнуть возле самого нервного центра вследствие изменения химического состава жидкости, окружающей нервную клетку, и вызвать ряд рефлексов, приведя в действие один или несколько органов.

² Учение об условных рефlekсах многим обязано русским физиологам И. П. Павлову и В. М. Бехтереву.

И. П. Павлов называет приобретенные рефлексы условными, желая этим подчеркнуть, что они образуются при жизни животного при определенных условиях. В. М. Бехтерев, предложив называть их сочетательными, точнее в самом названии определяет условия образования этих рефлексов путем сочетания с уже существующими. Далее мы увидим, что всякий новый рефлекс приобретаетс я всегда на основе какого-либо уже существующего рефlekса. Если бы было такое животное, которое от рождения не обладало бы ни одним рефlekсом, то у него не могло бы образоваться и новых рефlekсов. Несомненно, такое животное очень скоро погибло бы, не будучи в состоянии приспособляться к окружающим условиям. Не надо забывать, что приобретение всякого нового рефlekса есть явление приспособления к окружающей среде. Выживают, очевидно, лишь те организмы, которые обладают наиболее развитой способностью быстро приобретать новые, необходимые им рефlekсы.

значение, так как не только способствуют правильному мировоззрению и взгляду на человека и его отношение к окружающему миру, но и могут дать ряд ценных практических данных в вопросах организации труда, воспитания и т. п.

Закон образования цельного рефлекса. Приобретенные рефлексы, конечно, издавна были известны. Ими практически занимался еще человек в пещерную эпоху своего существования, когда впервые приручал собаку к совместной жизни. Однако механизм и условия их образования выяснены были с научной точностью лишь сравнительно недавно. Выяснилось, что новый рефлекс всегда образуется на основе какого-нибудь уже имеющегося. Открытие этого закона дало в руки возможность в лаборатории образовывать новые рефлексы и изучать ход их развития. То, что делали до сих пор дрессировщики животных и воспитатели, часто впадая в грубые ошибки, теперь освещено точными научными данными. В лаборатории И. П. Павлова было показано, что можно образовать сколько угодно новых рефлексов, если только, конечно, имеются соответствующие нервные воспринимающие аппараты. Надо только, чтобы, как сказано выше, имелись налицо уже те или иные или врожденные, или приобретенные рефлексы.

Так, например, собака начинает прибегать на зов, на свою кличку, только после того, как ее несколько раз или подкормили, или поласкали (одновременно с произнесением ее клички). Выражаясь физиологическим языком, звуковое раздражение (произнесение клички), должно совпадать несколько раз с уже существующим рефлексом на еду или на раздражение кожи (поглаживание). Необычный раздражитель в виде клички, на который от рождения нет рефлекса, стал передаваться на двигательные аппараты собаки, так как действовал во время деятельного состояния нервной системы.

Свойства возбужденного нервного центра. Это — очень важный закон деятельности нервных центров. Он гласит, что нервный центр, находясь в состоянии возбуждения, как бы притягивает к себе волны возбуждения, идущие с периферических воспринимающих аппаратов.

При обычных условиях на наши периферические нервные аппараты действует масса разных, более или менее слабых раздражителей. Волны возбуждения, так сказать, — сигналы, посылаемые с этих аппаратов, слабы и рассеиваются в центральной нервной системе, не передаваясь на рабочие органы. Если же в нервной системе возникает более или менее сильный очаг возбуждения, он притягивает к себе все эти слабые раздражители. Если действие данного раздражителя повторяется

несколько раз и совпадает по времени с возбужденным состоянием данного нервного центра, то устанавливается между ними такая связь, что в дальнейшем достаточно появления этого прежде недействительного раздражителя, чтобы привести в действие данный нервный центр. Поясним это несколько трудное для начинающего положение примером. Когда собака ест, у нее выделяется слюна, как результат рефлекса на раздражение нервных аппаратов полости рта пищей. Животное рождается с этим рефлексом. Попробуем раздражать ухо животного каким-нибудь звуком, например дудкой определенного тона. Конечно, сначала никакого отделения слюны мы не получим. Волна нервного возбуждения, возникшая от раздражения ушного нервного аппарата, не пойдет в центр, управляющий слюнной железой. Сколько бы раз мы ни дудили, отделения слюны на звук дудки мы не получим. Попробуем теперь одновременно дудить и кормить животное. После нескольких таких сочетаний (звука дудки и кормления) мы увидим, что одного звука нашей дудки будет достаточно, чтобы вызвать отделение слюны. Очевидно, волна возбуждения от раздражения уха собаки звуком дудки проторила себе путь к центру слюнной железы, так как совпадало во времени с деятельным состоянием этого именно центра. Таким же точно образом, как показано было в лаборатории И. П. Павлова, можно получить отделение слюны на самые необычные раздражители: на цвет, на форму предмета, на разные звуки, на движение изображений, раздражение кожи и т. п. Вместо слюнной железы В. М. Бехтерев пользовался двигательным аппаратом (мышцы) с тем же успехом. Таким образом и был открыт вышеуказанный закон образования новых рефлексов. Этим пока мы ограничимся и подведем итог всему сказанному. Мы видели, что животный организм обладает способностью отвечать на раздражения, действующие на него из внешнего мира. Ответы организма на раздражение мы условились называть рефлексами. Разбирая отдельные случаи, мы пришли к необходимости различать: а) врожденные, передающиеся по наследству рефлексы,— их мы называли безусловными, и б) приобретенные при жизни. Этот вид рефлексов мы называли сочетательными (условными).

Все рефлексы осуществляются при участии нервной системы, главная роль которой в этом и состоит. Те части нервной системы, которые участвуют в осуществлении данного рефлекса, носят название дуги рефлекса, или рефлекторной дуги. В дуге рефлекса различают отдельные части, представленные на прилагаемой таблице (стр. 43).

ТАБЛИЦА № 2.
Рефлекторная дуга и ее части.

	Аппарат.	Роль.
1. Воспринимающая часть анализатора: а) периферическая часть анализатора.	глаз, ухо, нос, кожные аппараты, — так наз. органы «чувств».	выбор определенного раздражителя из общей суммы всех одновременно действующих раздражителей (анализ внешнего мира).
б) передаточная часть анализатора (центро-стремительные нервные волокна).	нервные ветви от периферического анализатора к центру, — так наз. «чувствующие нервы».	передача волны возбуждения к центру.
в) центральная часть анализатора.	воспринимающие центры спинного и головного мозга.	восприятие раздражения и передача на рабочие органы.
2. Промежуточная часть анализатора.	промежуточные передаточные центры спинного и головного мозга.	посредствующая роль в передаче возбуждения.
3. Отвечающая часть анализатора: а) центры рабочих (отвечающих) органов.	центральные станции. управляющие движениями мышц и отделением желез.	управление рабочими органами.
б) передаточная часть (центробежные нервные волокна).	нервы двигательные (для мышц) и отделительные (секреторные для желез).	передача возбуждения от центра к органам.
в) нервные аппараты (окончания) в рабочих органах.	нервные окончания в мышцах и железах.	приведение в действие мышц и желез.

III.

КРОВЬ, ЕЕ СВОЙСТВА И ЗНАЧЕНИЕ.

Химическая связь в организме. — Кровь как посредник между органами и тканями. — Состав крови. — Жидкая часть крови. — Плазма и сыровотка. — Кровяные тельца: красные и белые шарики. — Свертывание крови. — Значение красных и белых кровяных шариков. — Гемоглобин и его значение. — Белые шарики, как защитники организма. — Борьба организма с посторонними веществами. — Микробы. — Понятие о заразных болезнях. — Борьба с ними организма. — Болезни крови. — Условия, влияющие на состав и качество крови.

Химическая связь в организме. Для правильной работы организма, как единого целого, было бы недостаточно одной лишь нервной связи между отдельными его частями. Отдельные органы, ткани и часто даже одиночные клетки выполняют очень сложную и ответственную специальную работу, требующую и особых условий в смысле питания, температуры и т. п. Громадное большинство клеток нашего организма прикреплено к определенному месту и не может отправиться на поиски за пищей или за лучшими, им необходимыми условиями существования. Отсюда — необходимость для существования нормальной деятельности особой связи между органами и тканями, которая обеспечила бы их, так сказать, будничную, обыденную жизнь в смысле подвоза пищи, удаления накопившихся во время деятельности отбросов, нагревания окружающей среды до определенной температуры и т. п. Такого рода связь в организмах осуществляется при посредстве особой жидкости, которая, находясь в постоянном движении, омывает все клетки и ткани, заглядывая в самые отдаленные уголки организма. У высших животных такая жидкость-посредница называется кровью.

Кровь и ее роль. Кровь в организме животных исполняет самые различные задачи. Так, прежде всего, благодаря крови поддерживается определенная температура в различных уголках нашего организма. Кровь, протекая по системе замкнутых трубок, пронизывающих все органы и ткани в виде так называемых кровеносных сосудов различной толщины, играет ту же роль, как трубы и радиаторы центрального отопления в наших жилищах. Как здесь горячая вода, проходя по трубам, расположенным в наших комнатах, нагревает окружающий воздух, так и в организме кровь, протекая по трубкам (сосудам) через данный орган, сообщает ему свою температуру. Дальше мы увидим, где нагревается кровь и откуда она черпает необходимые запасы тепла.

Выше мы сравнивали организм с машиной. Это сравнение можно распространить и на отдельные клетки. Как для дей

ствия машины нужно топливо, в качестве источника энергии, так и для деятельности клеток необходим приток энергии извне¹ в виде питательных веществ. Эти питательные вещества приносятся с кровью. Кроме пищи, одновременно кровь приносит также и починочный материал для пополнения утраченных во время работы частей клетки. Наконец, для многих клеток, исполняющих роль химических фабрик и вырабатывающих сложнейшие химические продукты, кровь приносит необходимые им для этого рода деятельности сырые материалы. Этим, однако, не исчерпывается роль крови. Для правильной работы как машины, так еще в большей степени—любой клетки организма, необходимо постоянно удалять скопившиеся побочные продукты, накопление которых может оказаться вредным для клеток и органов. Эту роль также берет на себя кровь. Протекая через органы и ткани, она, отдавая питательный материал и сырье, в то же время вбирает в себя разные отбросы, так сказать—мусор, и отвозит его в соответствующие места организма, где он или выделяется при помощи особых органов, или перерабатывается в другие, безвредные вещества. Здесь есть некоторое сходство с тем, как мы очищаем наши жилища от сора и мусора, выметая его и выбрасывая или сжигая в особых печах.

В заключение общего обзора значения крови отметим две важных исполняемых кровью задачи, значение которых растет с каждым днем. Первая из них состоит в участии в защите нашего организма от различных вредных веществ, попадающих к нам в организм. Успехи естественных наук открыли нам в окружающей нас среде невидимые невооруженным глазом существа, которые находятся везде в окружающем нас мире и которые, благодаря своим микроскопически-малым размерам и громадной энергии и способности к размножению, постоянно угрожают переполнить наш организм. Многие из них вырабатывают очень ядовитые вещества, способные отравить на смерть наш организм, разрушив важнейшие наши органы и отдельные клетки.² Борьба с этим враждебным нам миром ведется в орга-

¹ Напомним, что и в организме, как и во внешнем мире, нет создания энергии, а есть лишь превращение энергии из одного вида в другой. Работа любой клетки в конечном итоге есть лишь превращение энергии, принесенной извне. Внутри себя создать энергию (т.-е. способность к работе) ни одна клетка не может. В этом смысле и говорят, что клетка есть лишь «превратитель» (т р а н с ф о р м а т о р) энергии. Так, например, когда клетки особого органа у иванова червячка издают таинственный свет, светясь красивым фосфорическим блеском, то свет этот не возник в клетке из ничего. Он явился результатом превращения х и м и ч е с к о й энергии пищевых веществ.

² Все знают, вероятно, что, например, одна из ужаснейших болезней — дифтерит — зависит от отравления сильным ядом, который выделяют микроскопически-малые палочки (бактерии), поселяясь в том или ином месте нашего организма.

низме непрерывно, день и ночь. На изучении этой интереснейшей страницы нашей науки основаны современные способы естественной борьбы с заразными болезнями. В этой борьбе значительная роль в защите организма выпадает на долю крови. Она является нередко и ареной борьбы. В ней же, в виде ее некоторых составных частей, находятся и борцы, и защитники нашего организма. Кровь также является, если пользоваться образным языком, и арсеналом защитных средств организма.¹ Наконец, последняя из известных нам сейчас задач крови является химическая связь, в тесном смысле этого слова, между органами и тканями. Эта роль крови открыта недавно и сравнительно еще мало изучена. Она резко отличается от только-что указанной нами химической связи в виде питания органов и тканей. Здесь речь идет об обмене специальными продуктами, выделяемыми клетками разных органов и тканей. В данном случае имеется сходство с рассмотренной нами нервной связью. Там, как вы помните, раздражение одного из органов (в наших опытах — поверхности кожи) вызывало в виде ответа изменение деятельности другого. В случаях химической связи — химический продукт, выделяемый одним органом, поступает в кровь и, разносясь по организму, имеет возможность действовать на другие органы, ткани и отдельные клетки. Это — очень важная сторона жизнедеятельности клеток в организме. Сейчас выясняется все более и более, что нормальная деятельность данного органа тесно зависит от деятельности других, часто удаленных на значительное расстояние органов или групп клеток. Так, например, установлено, что нормальная деятельность мозга невозможна, если к нему с потоком крови не будет постоянно подвозиться продукт, выделяемый щитовидной железой — небольшим органом, расположенным на передней поверхности шеи. Нормальное состояние просвета кровеносных трубок зависит от вещества, которое вырабатывается небольшим органом, помещающимся глубоко в организме над верхним краем почки.² Таких примеров сейчас имеется много. Все они

¹ В крови, как увидим ниже, плавают особые клетки (белые шарики), играющие роль милиционеров, которые способны захватить и уничтожить многих из наших врагов. Кроме того, в крови можно найти ряд противоядий и веществ, которые, действуя химически, ослабляют наших врагов, облегчая затем труд наших маленьких милиционеров по окончательному уничтожению внедрившихся к нам врагов.

² Надпочечная железа. Расстройство этой химической зависимости между органами и обуславливает собой некоторые болезни. Так, например, недостаток деятельности щитовидной железы вызывает ослабление деятельности мозга, и больной может превратиться в идиота. Расстройство химической связи во время роста и развития организма вызывает, как теперь установлено, различные недостатки развития, как, например, малость роста (карлики) или, наоборот, так называемый гигантизм (великаны).

говорят за то, что существует химическая связь между органами, тканями и даже между отдельными клетками. Это еще более укрепляет нас в воззрении на организм, как на единое целое, части которого тесно связаны взаимодействием в работе.

Есть еще одна сторона деятельности крови, на которую мало обращают внимания, несмотря на то, что мы встречаемся с ней ежедневно в нашей обыденной жизни. Это—способность крови, свертываясь и образуя сгусток, закрывать раны, царапины и другие повреждения. Это свойство предохраняет организм от потерь крови при ранениях. В этих случаях сгусток крови, закупоривая рану, препятствует истечению крови и в то же время преграждает доступ в организм тем представителям окружающего нас мира низших организмов (микробов), которые не прочь при первой возможности проникнуть к нам в организм, чтобы пожить там в хороших условиях за наш счет.

Обобщая все сказанное, мы видим, как разнообразны задачи крови.

Кровь: а) разносит по организму питательный и починочный материал;

б) снабжает органы сырьем, необходимым для приготовления специальных продуктов.

в) нагревает окружающую клетки среду и тем облегчает ход химических явлений (реакций), лежащих в основе жизни и деятельности клеток;

г) удаляет из органов и из клеток отбросы, вредные продукты и вещества, образовавшиеся во время химической деятельности клеток;

д) участвует в защите организма от внедрения посторонних веществ;

е) предохраняет от потерь крови, закупоривая раны своим сгустком;

ж) обеспечивает химическую связь между отдельными органами и тканями;

з) поддерживает необходимое для деятельности клеток постоянство состава окружающей клетку среды в смысле соответствующего содержания в ней солей.

Эта сторона деятельности крови изучена еще сравнительно мало и труднее для понимания. Тем не менее, важность ее огромна. Не надо забывать, что все клетки организма живут в влажной среде. Они как бы плавают в соку, их окружающем. Сок этот носит название лимфы и является продуктом просачивания составных частей крови, протекающей поблизости по тонкостенным трубкам. Сюда же, в этот тканевый сок, поступают и продукты деятельности клеток. Кровь, протекая по органу по системе тонкостенных трубочек, называемых за узость их просвета волосниками, или капиллярами, изменяет состав

околоклеточного сока. Если в этом соке скопится много какой-нибудь соли, например хлористого натра, кровь сейчас же вберет в себя излишек этой соли, отдав вместо него некоторую часть воды. В других случаях, при недостатке солей, кровь уступит часть их околоклеточному соку. Такой обмен происходит на основании физико-химических законов об обмене солями между жидкостями, разделенными перепонками, проницаемыми для солей. Здесь мы не будем останавливаться на подробностях этого явления. Отметим лишь его важность, так как каждая клетка может жить и нормально работать только при условии, что в окружающей ее среде будет находиться определенное количество солей. Чем же обусловлено такое влияние солей на клетку? Кроме того, что соли участвуют в сложнейших химических явлениях, имеющих место в клетке, они влияют еще на снабжение клетки водой. Всем известно, что соли в большей или меньшей степени притягивают воду. Если солей будет много в жидкости, окружающей клетку, то они извлекут из клетки часть воды. Если, наоборот, внутри клетки будет избыток солей, то они отнимут воду от окружающей клетку жидкости и введут ее таким образом в тело клетки. Понятно, что для клетки одинаково невыгодны и избыток солей в окружающей жидкости, и обилие их в ее теле. В первом случае клетка, отдав воду, сморщится; во втором, — получив избыток воды, — она разбухнет. Итак, соли регулируют приток воды в клетку. Кому неизвестно, какое важное значение имеет вода в ходе химических реакций? Многие вещества действуют друг на друга, вступая в реакции, лишь в растворенном в воде виде. Ясно, что, при помощи регуляции количества солей, кровь влияет на химическую работу клеток.

Многие расстройства организма зависят от нарушения солевого состава в том или ином месте организма.

Состав крови Возьмем кровь, только-что выпущенную из орга-
(жидкая часть): низма. Все знают, что с такой кровью нельзя
плазма. долго работать. Она свернется и даст сгусток, похожий на студень. Однако, если поставить кровь в холодное место или, еще лучше, поместить сосуд с кровью в лед, то такая кровь не свернется. Спустя несколько часов, она отстоится и разделится на два слоя. Сверху будет желтоватая жидкость, которую называют плазмой крови, а внизу мы найдем слой красноватого цвета. Исследуя под микроскопом этот слой, мы увидим, что он состоит из шариков, в которых мы узнаем красные и белые шарики и кровяные пластинки. Состав плазмы очень сложен. В этом нет ничего удивительного. Кровь, омывая все уголки организма, приходя в соприкосновение с разными органами и тканями, понятно, нагружена многими веществами, продуктами деятельности разных клеток

и тканей. Большая часть плазмы состоит из воды и солей, главным образом — известной нам поваренной соли, которую мы обычно встречаем за нашим столом. Кроме воды и солей, в плазме находятся: а) белковые вещества, б) жиры и в) углеводы. Подробнее этими веществами мы займемся при изучении явлений питания. Здесь только коснемся их, насколько это надо для понимания дальнейшего.

Начнем с белков. Белковые вещества принадлежат к самым сложным веществам, известным в нашем мире. Сложность их состава и особые свойства до сих пор сильно мешают их изучению. Чтобы узнать, из каких групп состоит сложная частица белка, обычные химические способы оказались неприменимы. Пришлось приложить много остроумия, чтобы узнать состав частицы белка. Для этого разрушают белок. Оказалось, что в состав его входит углерод, азот, сера, фосфор, кислород и водород. Однако для ясного представления о строении белка мало еще знать, какие элементы входят в его состав. Необходимо определить, в каких сочетаниях друг с другом они находятся в частице белка. Надо знать, каково строение частицы. Если прибегнуть к сравнению, то элементы можно сравнить с кирпичами какой-нибудь постройки. Ясно, что по отдельным кирпичам нельзя составить себе точного представления о характере постройки. Надо еще знать, как соединяются эти кирпичи. Из одних и тех же кирпичей можно построить и казарму, и театр — и то, и другое — самой разнообразной архитектуры. Разрушая белки, пришли к выводу, что частицы белка построены из так называемых а м и н о к и с л о т. Не надо знать особенно хорошо химию, чтобы понять, что за вещества аминокислоты. Само название говорит за себя. Это — аммиак NH_3 , в котором один из водородов замещен остатком какой-нибудь кислоты. Так, например, аминокислота, распространенная в организме под названием гликокола, является аминокислотой. Ее формула будет следовательно: CH_2NH_2 — COOH . Таким же образом могут образоваться и другие аминокислоты. Их, понятно, громадное количество. Особенно, если принять во внимание, что могут быть сложные аминокислоты. Различные водороды в группе могут быть замещены другими группами. В этих, в свою очередь, могут быть замещения, и т. д.

В белках оказывается не так много аминокислот. Пока их нашли всего 20, несмотря на то, что разрушали различные белки. Однако, и этих 20 аминокислот достаточно, чтобы теоретически построить из них количество разных белков, выражающееся числом с 130 нулями!

Белки всем известны по белку куриного яйца. Они свертываются при нагревании. Другие особенности белков лучше изучить при знакомстве с явлениями питания.

Жиры.

Жиры всем известны. Представителями их являются коровье масло и растительные жиры. Разлагая жир на составные части, мы всегда получаем глицерин и ряд кислот, которые потому и получили название жирных кислот. С солями их мы знакомимся ежедневно, когда моем ими—под именем мыла—наше тело. Жиры не содержат азота. В состав их входят водород, кислород и углерод.

Углеводы.

Углеводы нам известны в виде сахара и крахмала. Они тоже не содержат азота и состоят из водорода, углерода и кислорода. Названы они углеводами потому, что отношение количеств водорода и кислорода к углероду таково, как будто бы углерод был соединен с водой, (т.-е. с H_2O), иными словами, на каждый атом С приходится два водорода и один кислород.

В плазме находятся также сложнейшие вещества, вырабатываемые клетками для специальных целей. Сюда относятся вещества, обуславливающие химическую связь органов друг с другом, вещества защитного характера, которые организм вырабатывает в ответ на внедрение посторонних веществ, и т. п. С этими веществами мы познакомимся дальше.

Свертывание**крови.**

Плазма обладает способностью свертываться. Стоит перенести ее с холода в теплое помещение, как она свернется и даст сгусток. Способность нормальной крови свертываться известна всем. Ее легко изучать на свежес выпущенной крови. Такие опыты показывают, что скорость свертывания крови у разных лиц и животных не одинакова. Скорее всего свертывается кровь птиц. У некоторых людей кровь свертывается очень медленно, а у иных вовсе не свертывается. Такие несчастные люди обычно страдают кровотечениями от самых ничтожных причин и могут погибнуть буквально от какой-нибудь царапины. Такая болезнь носит название «гемофилии», или «кровоточивости». Она обыкновенно наследственна.

Понятно, какое важное значение имеет свертывание крови в жизни животного, так как, не будь этой особенности крови, малейшая царапина кожи могла бы стоить животному жизни. Кровяной сгусток является как бы естественной повязкой, которая предохраняет организм и от потери крови, и от проникновения в организм через рану посторонних веществ. В организме, находясь в своем естественном ложе, кровь не свертывается. Свертывание наступает лишь когда кровь приходит в соприкосновение с раненой тканью, с размноженными клетками и их соком. Если стенки тех трубок, по которым в организме течет кровь, где-нибудь повреждены, свертывание крови может наступить и в организме — в том месте, где имеется повреждение стенки сосуда, точнее говоря, — клеток, выстилающих

внутреннюю поверхность кровеносной трубки. Это бывает при некоторых ранениях, ушибах, а также у лиц, у которых кровеносные трубки больны и утратили свои нормальные свойства.

Способность крови свертываться от соприкосновения с ранеными тканями является удивительным приспособлением организма, направленным к его сохранению.¹ Это свойство показано было в отчетливой форме одним французским физиологом. Он выпускал кровь птицы, приняв все предосторожности, чтобы при этом кровь не прикоснулась к раненым тканям. Такая кровь оставалась очень долго жидкой. Стоило к такой крови прибавить небольшой кусочек мышцы, как свертывание наступало с обычной для птичьей крови скоростью. Таким образом оказывается, что как только на коже животного образуется царапина или рана, здесь тем самым создаются условия для закрытия этой раны.

Кроме сока раненых тканей, есть еще ряд условий, облегчающих свертывание крови. Сюда относятся: повышение температуры, соприкосновение крови с волокнистой тканью и т. п. Последнее свойство крови — свертываться от соприкосновения с нежными волокнистыми тканями — дало повод пользоваться для остановки кровотечений паутиной. Всякому ясно, что хотя паутина действительно может ускорить остановку кровотечения, но, в то же время, содержа в себе грязь, она может загрязнить рану и вызвать образование нарыва, а нередко и так называемое заражение крови, когда в кровь с паутиной попадут живые микроскопические существа (микробы). На рану надо класть лишь чистый материал, в котором убиты микробы.

Соберем кровь в сосуд, дадим ей свернуться и подождем некоторое время. Мы получим тогда: а) кровяной сгусток, и над ним — б) некоторое количество прозрачной желтоватой жидкости, которую называют сывороткой крови.² Кровяной сгусток состоит из тончайших нитей особого вещества, принадлежащего к белковым телам. Вещество это называется: фибрин. В петлях фибрина, между его нитями, находятся

¹ В этом ничего таинственного нет. С подобными приспособлениями, направленными на сохранение жизни и благополучия организма, мы встречаемся на каждом шагу. В этом и состоит отличие живого организма от мертвого. Образование таких особенностей, как показал Дарвин и его последователи, происходит путем естественного подбора, выживания наиболее приспособленных. Очевидно, при условиях жизни в природе могли выжить лишь те животные, кровь которых отличалась способностью свертываться. Остальные погибли от ранений, неизбежных при естественной обстановке жизни на заре веков. Выжившие в целом ряде поколений закрепили и передали по наследству эту особенность.

² Название взято, очевидно, из наблюдения за свертыванием молока. Действительно, явление свертывания крови имеет не мало общих сторон с свертыванием молока. Творог — тоже белковое тело. Здесь также выпадает белковое тело (творог) и образуется жидкость (сыворотка).

кровяные тельца. Сыворотка не обладает свойством свертываться и остается жидкой неопределенно-длгое время.

Кровяные тельца. Обратимся к кровяным тельцам. Рассматривая каплю крови под микроскопом, мы заметим, что в ней имеются тельца в виде шариков разной величины и формы (рис. 19). Больше всего имеется шариков небольшой величины, круглой у большинства высших животных формы,¹ с как бы продавленной серединой. Ядро в них незаметно. Тело их при обычных способах наблюдения представляется однородным. В массе

эти тельца придают крови характерный для нее красный цвет.

Красные шары. Описанные шары поэтому получили название красных кровяных шариков. Их называют также эритроцитами, что в переводе значит: «красные клетки». Означенные шары, как и все клетки организма, состоят из богатой белком протоплазмы. Особенностью красных шариков является присутствие в их теле особого белкового

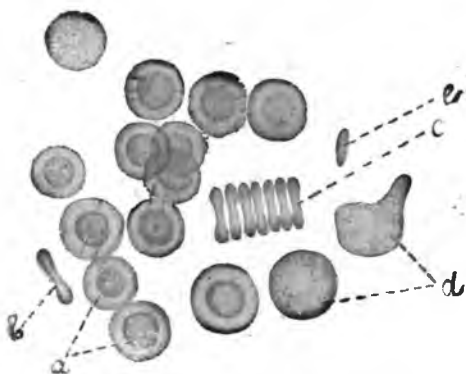


Рис. 19. Форменные элементы крови человека. *a* — красные кровяные тельца (эритроциты); *b* — те же тельца сбоку (вид бисквитов); *c* — белый шарик; *d* — кровяная бляшка (пластинка).

вещества очень сложного состава. Вещество это носит название **гемоглобина** и у большинства животных содержит в своем составе **железо**.² Гемоглобин обладает интересной особенностью. Он жадно притягивает к себе кислород из окружающей среды и сравнительно легко отдает его обратно. Это делает красные шары важными посредниками в деле снабжения клеток организма кислородом, необходимым для жизни каждой живой клетки. Проходя через особые органы, где они близко соприкасаются с воздухом,³ кровяные шары как бы нагружаются кислородом, который затем отдают клеткам на своем пути через органы и ткани. В этом, повидимому, и состоит одна из главных

¹ Продолговатой формы кровяные тельца встречаются, как правило, у птиц, рыб и ниже стоящих животных. Эти тельца отличаются также и присутствием ясно выраженного ядра. Из высших животных только верблюд и лама имеют овальные тельца в крови.

² У низших животных (как, например, моллюски, ракообразные) вместо железа кровь содержит медь. Цвет крови у этих животных синий.

³ Это имеет место, как увидим дальше, в легких и жабрах (у водяных).

задач, выпадающих на долю красных шариков. Красных шариков в организме много. Так, например, в одном кубическом миллиметре крови их насчитывается при нормальных условиях до 5 миллионов.¹ Количество гемоглобина достигает 14% веса всей массы крови. Его можно получить из крови [в форме кристаллов (рис. 20).

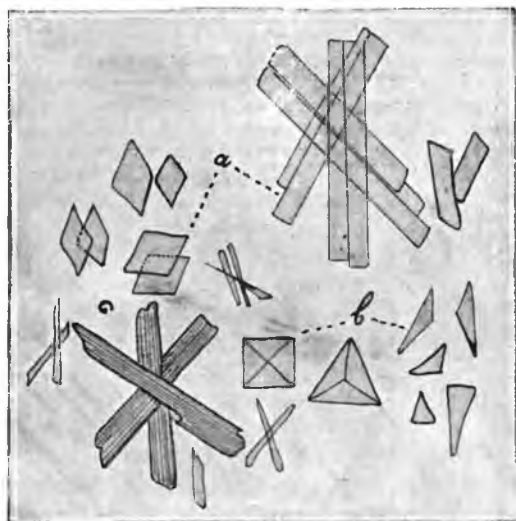


Рис. 20. Кристаллы гемоглобина из крови разных животных. *a* — из крови человека; *b* — из крови морской свинки; *c* — из крови кошки.

Болезни крови.

В некоторых случаях как количество красных кровяных шариков, так и содержание в них гемоглобина может быть значительно меньше указанной выше нормы. В этих случаях говорят, что данное лицо страдает малокровием. Многие из вас, вероятно, обращали внимание, что малокровные отличаются бледным цветом лица. Они жалуются обычно на головные боли, головокружения, расстройства пищеварения. Им трудно заниматься как физическим, так и умственным трудом. Они легко утомляются и с трудом усваивают прочитанное. Зрение также нередко ослаблено у малокровных. Слабеют и другие отправления организма. Во всех этих явлениях мы можем заметить

¹ У женщин эритроцитов несколько меньше (около 4 500 000 в 1 куб. мм). Поверхность одного эритроцита равна 0,000128 квадратного миллиметра. Считая, что в организме взрослого человека около 5 литров крови, получим, что общая поверхность всех эритроцитов человека равна 3 200 квадратных метров.

ослабление работы органов от недостатка кислорода. Весь организм малокровного страдает от недостатка кислорода, так как уменьшено количество разносчиков этого необходимого для жизни каждой клетки вещества.

Малокровие может быть в результате частых кровотечений и плохого питания. В некоторых случаях малокровие может развиваться от медленного отравления организма ядами, разрушающими кровяные тельца. Такие яды могут образоваться внутри самого организма, если расстроено пищеварение и при обработке пищи получаются ядовитые вещества. Залеживание пищи в кишечнике, в результате запоров, может вызвать малокровие, если запоры длятся месяцы и годы. Работа в некоторых производствах также может вызвать изменения крови. Сюда относятся работы в химических лабораториях с сероводородом, на химических фабриках (анилиновое производство, производство взрывчатых веществ, обработка свинца) и в типографиях. Во всех этих случаях в организм проникают яды, отравляющие кровь. Задача современной науки об охране труда—найти такие

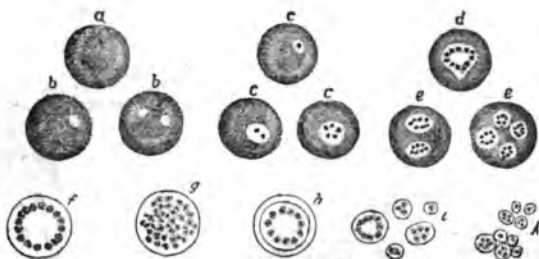


Рис. 21. Разные формы возбудителя болотной лихорадки; постепенное разрушение красного кровяного шарика. Последние фигуры нижнего ряда изображают свободные формы плазмодия.

условия работы, при которых организм рабочего был бы огражден от отравления. Проветривание помещений, правила охраны здоровья (например мытье рук в типографиях) и замена в производстве вредно-действующих веществ другими (например фосфора — серой в спичечном производстве) — дают хорошие результаты, понижая количество отравлений рабочих.

Нередко малокровие встречается у девушек во время их полового созревания. Некоторые болезни, как, например, туберкулез, также влекут за собой малокровие. Особенно резкое малокровие наступает, когда враги поселяются в самой крови, проникая в красные шарики. К числу таких болезней относится все более и более развивающаяся в настоящее время малярия, или болотная лихорадка. Болезнь эта обусловлена проникновением в организм особого животного из класса простейших. Это — так называемый плазмодий малярии. Паразит этот представляется в виде комочка протоплазмы с ядром. Он изображен на рис. 21. Место нахождения его в природе неизвестно. К нам в организм он проникает при посредстве комара. В организме комара паразит проводит часть своей жизни. Не следует думать, что все комары заражены малярией. Есть расы комаров, не пораженные этой болезнью. Излюбленной расой комаров, которая чаще всего разносит малярию, является так называемый анофелес. Он довольно резко отличается по своим признакам от обычного нашего комара (кулекс). Рис. 22 показывает один из признаков, по которому можно без особого труда отличить анофелеса: это — его способ

сидеть на стене. Присутствие в данной местности анофелеса заставляет подозревать и наличие здесь больных малярией.

Проникнув с укусом комара к нам в организм, малярийный плазмодий быстро забирается в красные шарики и начинает там свою разрушительную работу. Он в конце-концов окончательно разрушает красный шарик. Если во-время не убить плазмодии, они, размножившись, могут разрушить немало красных шариков и вызвать малокровие. Поэтому надо тщательно лечить больных и предохранять здоровых. Больных лечат хинином, мышьяком. Мерами предохранения, очевидно, будут все те меры, которые направлены на осушку болот, уничтожение стоячих вод, где разводятся комары, заселение прудов рыбой, поедающей личинки комаров, и т. п. Кроме этого, понятно, необходимы меры личной предосторожности. В малярийных местностях жители должны охранять свои жилища от посещения их комарами. На открытом воздухе в малярийных местностях защищают себя от укусов

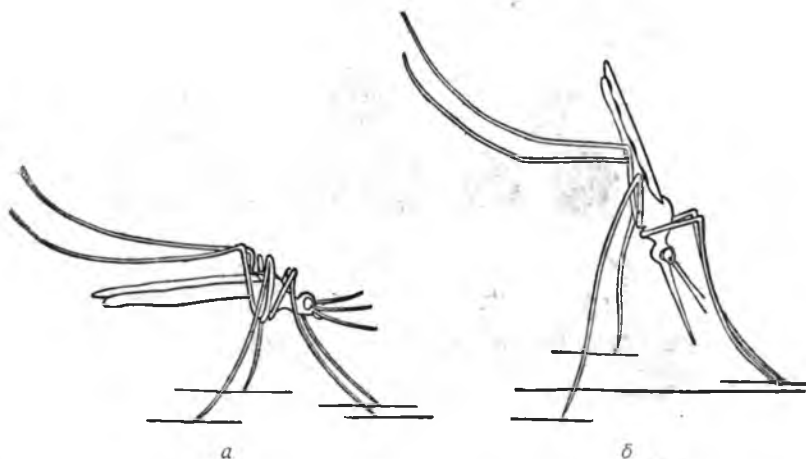


Рис. 22. Разница в положении на стене комаров: *а* — обычный комар (кулекс); *б* — малярийный комар (анофелес).

комаров сетками и т. п. Немаловажным средством предотвратить распространение малярии является тщательное лечение больных. Не следует забывать, что каждый больной малярией дает у себя приют нашим злейшим врагам, которые от него могут перейти на других лиц. Леча больных, мы убиваем врага на месте преступления. Уничтожая комаров, мы пресекаем плазмодию возможность размножаться, так как для того, чтобы проделать все нужное для своего развития, плазмодию необходимо пожить некоторое время в организме самки комара.

Для устранения причин малокровия мы можем сделать немало, тщательно следя за своим образом жизни. Проветривание помещений, пребывание на свежем воздухе, спорт и гимнастика при правильном питании — лучше всего предохраняют от малокровия. Мы часто грешим тем, что проводим много времени в плохо проветриваемых помещениях, наполненных угаром и табачным дымом. Особенно надо обращать внимание на детей и побольше и подольше держать их на свежем воздухе не только летом, но и зимой. Надо помнить, что малокровие особенно легко развивается в детском и юношеском возрасте, когда усиленный рост органов и тканей связан с большим потреблением организмом кислорода.

Белые шарики. Присматриваясь к крови под микроскопом, мы различаем, на ряду с красными шариками, менее многочисленные, но более крупные шарики. Их называли белыми шариками, или лейкоцитами, т.-е. «белыми клетками». Это—настоящие клетки с ядром различной величины и формы, как это видно на рис. 23, где изображены разные виды лейкоцитов. Тело белых шариков наполнено разнообразными веществами в виде зернышек, различных по величине и по химическому составу.¹ Белые шарики выполняют в организме различные задачи. Прежде всего, они—милиция, которая, осматривая весь организм и заглядывая во все его уголки, нападает на врагов и на чуждые организму тела, случайно попавшие в организм. Затем, белые же шарики освобождают организм от погибших клеток. В этом отношении они похожи на санитаров, заботящихся об удалении всего отжившего и лишнего. Без них организм скоро был бы засорен, так как везде, время от времени, часть клеток погибает, и их надо удалить, как мертвые частицы. Это и делают белые шарики. Наконец, есть наблюдения, показывающие, что белые шарики участвуют в разносе пищи по организму.



Рис. 23. Разные виды белых шариков крови.

Особенна важна роль белых шариков в деле защиты организма. Останемся несколько на этом явлении. Со времени открытия микроскопа установлено, что рядом с миром крупных,

видимых невооруженным глазом существ, имеется мир невидимых нашим глазом, микроскопически-малых живых существ, которые даже при увеличении в 1000 и более раз представляются нам в виде точек, небольших палочек или запятых. Несмотря на свой микроскопический вид, существа эти, называемые микробами, обладают колоссальной способностью размножения. Многие из них особенно охотно живут в нашем организме, где находят столь благоприятные условия, в смысле наличия питательного материала и температуры, что, быстро размножаясь, наводняют наше тело, отравляя его продуктами своей деятельности. Раз-

¹ Это доказывается прибавлением красок разной химической реакции. Тело одних белых шариков содержит зернышки, захватывающие кислые краски. Другие белые шарики наполнены зернышками, соединяющимися с щелочными красками. Ясно, что в этих случаях мы можем судить о химическом составе тела белых шариков.

множение в организме микробов и борьба с ними организма является сущностью так называемых заразных болезней. Заразные болезни вызываются, следовательно, микробами. На рисунках 24 — 25 изображены некоторые из таких микробов в том виде, как они представляются нашему глазу при увели-

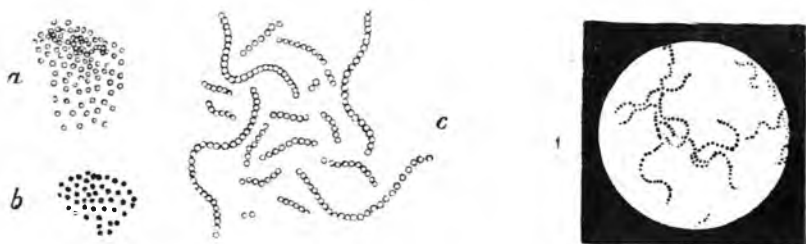


Рис. 24. Разные виды микробов: *a* и *b* — стафилококки (гроздекокки); *c* — цепекокки, или стрептококки, — *a* и *b* — обычные возбудители нагноения.

чении в тысячу и более раз. Благодаря работам Пастёра, Коха и других ученых, мы умеем в настоящее время выращивать микробов многих болезней вне организма, изучать их жизнь, свойства и борьбу организма с ними. Оказалось, что организм отвечает на внедрение микробов целым рядом явлений, с которыми мы знакомы на личном опыте. Мы знаем, что во время болезни повышается температура, появляется лихорадка, телонашенерядкопокрывается потом, расширяются кровеносные сосуды кожи, и она краснеет, и т. д. Дальше мы увидим, что все



Рис. 25. Спириллы возвратного тифа в крови.



Рис. 26. Способы передвижения белых шариков крови при посредстве выпуска ножек на подобие одноклеточных животных.

это — результат борьбы организма с внедрившимся врагом или с вырабатываемыми им продуктами, грозящими отравить наш организм. Одновременно с этим в крови наблюдаются интересные явления. Белые кровяные шарики толпами устремляются к месту проникновения постороннего вещества. Они выходят из кровеносного русла, как бы протискиваясь между клетками, составляющими стенку тонких сосудов, и направляются к попавшему в организм постороннему телу, окружая его (рис. 26—28). Если это

тело—микроб, то белые шарики захватывают его, вовлекая в свое тело, и там его переваривают, очевидно, при посредстве вырабаты-

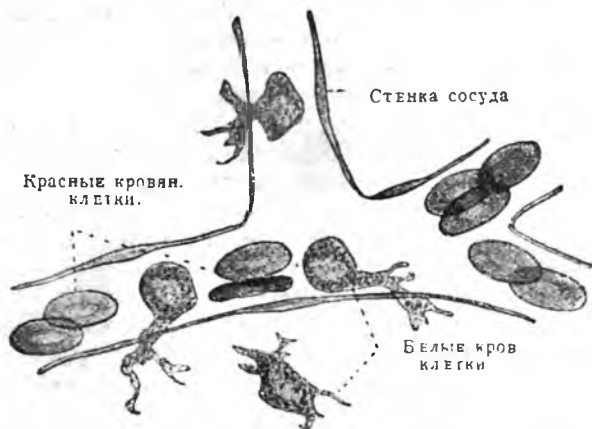


Рис. 27. Прохождение бело-кровяного шарика сквозь стенки кровеносных сосудов.

ваемых ими соков. В некоторых случаях дело, однако, принимает для белых шариков плохой оборот, и микроб, отравив

белый шарик, уничтожает его. Белый шарик при этом погибает. Всем известный гной, образующийся при попадании под кожу микробов или просто занозы, и есть скопление погибших белых шариков. Собираясь в массу, частью погибая, разжижая окружающие ткани и давая гной, белые шарики таким образом как бы выносят внедрившееся в глубь постороннее тело на поверхность, и часто, при лопании нарыва и вытекании гноя наружу, удаляется из организма постороннее тело, и борьба за целость организма в этих случаях окончена.

В некоторых случаях белые шарики оказываются слабее внедрившегося врага, и микробы одолевают их, развиваясь беспрепятственно в организме. В этих

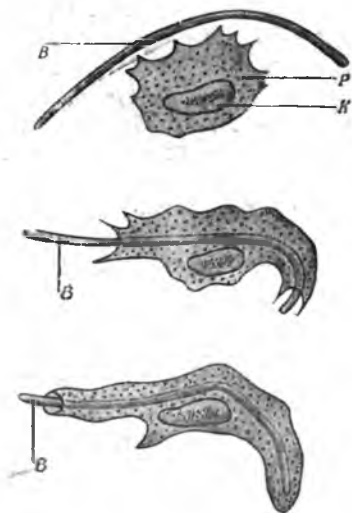


Рис. 28. Постепенное поглощение белым кровяным шариком бактерии.

случаях, как показывает опыт, белые шарики часто не захватывают микробов. Борьба тогда кончается победой микробов

и смертью организма. Таким образом белые шарики крови являются одним из главных орудий борьбы нашего организма. Способность белых шариков захватывать микробов и другие

посторонние организму частицы¹ носит название **фагоцитоза**, а сами белые шарики получили прозвище **фагоцитов**, т.-е. пожирателей клеток. Таким же свойством — поглощать посторонние тела — обладают и некоторые другие клетки организма, как, например, клетки соединительной ткани и клетки, выстилающие внутреннюю стенку кровеносных сосудов (так называемый эндотелий). Русский ученый Мечников, подробно изучивший фагоцитоз белых шариков, старался именно этим явлением объяснить выздоровление от заболеваний и невосприимчивость организма по отношению к некоторым болезням. Позднейшие исследования показали, что фагоцитоз есть лишь часть нашего аппарата борьбы. Организм в борьбе с врагом напускает на него не только свою милицию в виде белых шариков. Организм бьет врага еще и химически, как бы расстреливая его различными химическими веществами. Этих веществ немало. Одни из них имеются всегда в крови, от рождения, и этим обуславливают врожденную невосприимчивость данного организма к некоторым микробам. Так, например, известно, что организм человека противостоит некоторым микробам, которые губят птиц.² Курица не заболевает от введения в ее организм микроба сибирской язвы, очень опасного для человека, и т. д. Другие защитные вещества образуются в организме при жизни, во время самой болезни. Как во время войны воюющее государство стремится вооружиться и усилить свою мощь обороны, изобретая все новые и новые орудия защиты, так и организм с момента внедрения врага начинает вырабатывать вещества, с одной стороны — вредно действующие на самого врага (микроба), с другой — обезвреживающие яды, выделяемые этим микробом: это — так называемые **противоядия** живого организма, или **антитоксины**.

Борьба с заразными болезнями. Изучение борьбы организма с заразными микробами дало нам в руки могущественное оружие, показав, как надо бороться с этого рода врагом. Установив, что исход борьбы зависит от способности белых шариков нападать на микробов и от своевременного подвоза с кровью веществ, обезвреживающих яды и ослабляющих врагов, мы можем, подражая этим естественным механизмам борьбы, активно и, главное, сознательно вмешиваться в борьбу организма. Давно было установлено, что в некоторых случаях перенесенное однажды заболевание предохра-

¹ Белые шарики могут захватывать такие частицы, как, например, уголь, железо, пыль, осколки камней и т. п.

² Например микроб куриной холеры.

няет организм в будущем от новых заболеваний той же болезнью.¹ Отсюда естественно возникла мысль, в целях предохранить организм от заболевания, заставить его переболеть этой болезнью, но в более легкой форме. Теперь мы знаем механизм развития при этом невосприимчивости к новому заболеванию. Во время заболевания организм, так сказать, приучается к борьбе. Белые шарики крови, сражаясь с слабым сравнительно врагом, как бы усиливают свою способность и в дальнейшем приобретают возможность одолевать и более сильного врага. То же самое применимо и к химическим фабрикам организма, вырабатывающим вещества, ослабляющие врагов и обезвреживающие их яды. Внедрение врага заставляет эти фабрики работать и выпускать в кровь означенные продукты защиты. Поскольку враг слаб, организм с ним справляется. После этого он сможет справиться уже и с более сильным и опасным врагом. Таким образом очевидна возможность и основы подготовки искус-

Предохранительные прививки (вакцина). ственно организма к борьбе с вредными микробами. С этой целью в организм вводят убитых или ослабленных микробов. В результате этого организм заболевает слабой сравнительно формой болезни, после чего получается стойкость и к заражению естественным путем. К сожалению, этот способ предохранения организма неприменим ко всем и даже к большинству заразных болезней. Пока им с большим или меньшим успехом пользуются при оспе, брюшном тифе,² холере. Способ этот называется способ предохранительных прививок. Он играет очень важную роль в борьбе с некоторыми эпидемиями.³

¹ Основываясь на этом, Дженнер в 1796 г. предложил прививать людям оспу, вводя в организм содержимое оспенного пузырька от большой оспы коровы. Было замечено, что после такого заражения оспа возникает у человека в очень слабой степени, после чего в организме вырабатывается на несколько лет (на 3 — 4 года) невосприимчивость к заболеванию и натуральной (не коровьей) оспой. Этим, как известно, пользуются до сих пор и, благодаря оспопрививанию, заболевания оспой, — которая до открытия Дженнера уносила многие тысячи жизней, давая часто вспышки повальных заболеваний, — свелись теперь к немногим случаям. Возбудителя оспы мы до сих пор не знаем.

² Предохранительные прививки против брюшного тифа были проверены на миллионах лиц в минувшую войну (1914 — 18) в различных армиях. Особенно интересны результаты в английской армии и в нашей русской, где прививки были сделаны целым армиям и дали падение заболеваемости тифом почти до нуля. Прививались убитые микробы, — так называемые в а к ц и н ы.

В настоящее время способ введения предохранительных вакцин против тифа (брюшного) очень прост, благодаря открытию способа вводить их в организм через рот. Все дело сводится к приему в течение трех дней подряд натошак двух пилюль с бычьей желчью и двух пастилок с прессованными культурами микробов (способ проф. Безредка).

³ Массовые заболевания называются эпидемиями.

В этих случаях для пресечения развития заболеваний в массах населения полезно провести поголовную прививку здоровому населению. К сожалению, невежество масс является препятствием распространению такого естественного средства предохранения организма. Мы называем этот способ естественным, так как он подсказан нам самой природой.

Сыворотки. Другим способом борьбы с заразными болезнями, основанным на знании физиологических свойств крови, является способ введения сывороток. В этом случае в организм больного вводят сыворотку крови животного, уже перенесшего данное заболевание. У такого животного в крови (в ее сыворотке) имеется запас противоядий и веществ, вредных как раз для данных микробов, вызвавших болезнь у больного. Вводя ему сыворотку, мы в сущности вводим ему лекарство в виде противоядия против яда, вырабатываемого микробом. Разница лишь в том, что, вместо аптеки или фабрики, лекарство это мы получили из организма животного. Из наиболее действительных сывороток известны сыворотка дифтеритная, столбнячная.² Многим приходилось видеть, как после введения дифтеритной сыворотки больной буквально в несколько часов почти выздоравливал. Необходимо всячески распространять среди населения своевременное применение как предохранительных прививок, так и сывороток.

Уничтожение микробов (дезинфекция). Заговорив о заразных болезнях и мерах борьбы с ними, мы должны сказать несколько слов и о способах уничтожения микробов. Конечно, мало в случае возникновения заразной болезни сделать предохранительные прививки,—этим нельзя ограничиться. Необходимо найти источник заразы и его уничтожить. Отсюда вытекает, что в каждом отдельном случае надо искать путей распространения заразы и стараться уничтожить микроб там, где он поселился.

Пути распространения громадного большинства заразных болезней нам известны. Все знают, что заболевания, гнездящиеся в пищеварительном аппарате,—как, например, холера, брюшной тиф, дизентерия (кروавый понос),—распространяются водой и загрязненными пищевыми продуктами. Отсюда правило: при возникновении такого рода болезней тщательно очищать источники

¹ С целью получения сыворотки против дифтерита, лошади вводят в организм несколько раз небольшие количества дифтеритного микроба, при чем с каждым разом берут все более и более сильный микроб. Это влечет за собой постепенное накопление в крови лошади противоядий и других веществ, вредно действующих на микроб дифтерита. После этого стоит лишь выпустить некоторое количество крови, получить из нее сыворотку, и лекарство готово. Операция кровопускания переносится лошадей легко, и такие лошади, поставщики лекарств, служат годами на благо человечества, часто даже исполняя при этом не особенно тяжелую работу.

водоснабжения, закрывать подозрительные колодцы и применять лишь прокипяченную воду, так как высокая температура—враг всех микробов, вызывающих заразные болезни. При кипячении они гибнут, и вода становится безвредной.

Другие микробы, вызывающие заболевание дыхательных органов,—как, например, туберкулез, дифтерит, воспаление легких,—разносятся с пылью, и борьба с этого рода микробами должна быть направлена на уничтожение пыли, чистоту воздуха и предохранение его от загрязнения. Проветривание, распыление (пульверизация) в воздухе жидкостей, увлекающих и осаждающих частицы пыли,—вот главные мероприятия в специальных мастерских и на фабриках, где производство сопряжено с развитием особенно большого количества пыли. Следовало бы в этих случаях снабжать рабочих особыми масками, задерживающими пыль.

Насекомые и зараза. Есть еще один способ распространения заразы, на который у нас в Республике мало обращают внимания. Это — насекомые. Наше население относится слишком благодушно к таким домашним насекомым, как, например, тараканы, блохи, клопы. Между тем, все больше и больше накаплиется данных в пользу того, что насекомые являются важным и активным помощником нашим врагам в распространении заразы.

В самом деле, кто не наблюдал, как летом мухи прилетают к нам в столовую и садятся на хлеб, только-что перед этим посетив отхожее место или посидев на навозе в ближайшей помойной яме? Понятно, что уж чисто механически, пристав к лапкам и телу насекомого, зараза, в виде того или иного микроба, с грязью может быть занесена насекомым туда, куда иначе она никогда не могла бы добраться. В этом случае заразный микроб пользуется насекомым, как мы пользуемся автомобилями и аэропланами. Опыт показал, однако, что дело обстоит еще серьезнее, чем это кажется. Попад внутрь насекомого, многие заразные микробы находят себе там хороший приют. Здесь есть необходимая для их развития влажность, достаточно пищи, подходящая температура. Здесь микробы — в безопасности, защищенные от своих врагов, в роде высыхания и еще больше губительного действия солнечных лучей.¹ Таким образом насекомое служит для заразного микроба чем-то в роде подвижной удобной гостиницы, где микроб может жить, размно-

¹ Солнечные лучи (прямые) убивают всех без исключения микробов в сравнительно короткий срок. Даже такой стойкий микроб, как туберкулезный, месяцами сохраняющий свою силу, оставаясь в пыли в темном углу, освещенный прямыми солнечными лучами теряет свою силу в несколько минут. Доступ солнца в наши жилища есть лучшее средство убить наших врагов — микробов. Действуют здесь, очевидно, лучи, лежащие за фиолетовой частью спектра (ультрафиолетовые лучи).

жаться и даже усиливать свои зловердные свойства. Легко себе представить, что такой, к сожалению, обычный наш сожитель, как, например, таракан, ползая по щелям в грязи и забегая затем на кухню, с испражнениями выделяет на наши продукты и посуду различных микробов, нашедших приют в его теле. Сейчас имеется ряд точных данных, показывающих, что в кишечнике таракана могут жить самые различные вредные микробы.¹ Понятно, что надо тщательно оберегать жилища от насекомых и вести с ними беспощадную борьбу. Теперь, после пережитых эпидемий сыпного тифа, все знают, что вошь разносит сыпной тиф. Блоха — переносчик чумы; клопы и вши — возвратного тифа. Самка комара распространяет болотную лихорадку (малярию). В южных странах этим же занимаются клещи. Так, например, в Африке есть клещ, который, раз испив крови человека больного возвратном тифом, затем не только сам может заражать этой болезнью других людей, но и передает эту способность своему потомству по наследству!

Дезинсекция.

В качестве меры предохранения от заразных болезней, как обязательное условие, должно входить уничтожение насекомых. Мы не можем здесь говорить об этом подробнее. Скажем лишь, что прежде всего необходимо тщательно соблюдать чистоту жилища; периодически, время от времени надо уничтожать насекомых, рассыпая отраву. Это делать надо постоянно и регулярно. Блох нетрудно уничтожить, промывая полы водой, особенно прибавив к ней дегтя или креолина. Клопов ошпаривают кипятком, промазывают щели карболовой или салициловой (крепкой) кислотой. За обои хорошо заливать бензин. Он не портит обоев, легко испаряется и, налитый в достаточном количестве, быстро душит клопов. Тараканов травят прокаленной бурой. Действие буры рассчитано на отнятие в кишечнике таракана воды, поэтому бура должна быть обезвожена, — влажная она не действует. От мух и комаров нетрудно защититься сетками на окнах. Против мух хорошо действует и липкая бумага. Понятно, что продукты и посуда должны быть тщательно прикрыты и предохранены от посещения таких непрошенных гостей, как насекомые, крысы и мыши, которые также могут загрязнять посуду и пищу.

Дезинфекция.

В случае появления заболевания надо стараться обезвредить как обстановку комнаты (или квартиры), так и вещи. Жилище обезвреживают, наполняя его вредным для микробов газом, который, проникая во все щели,

¹ В организме таракана находили микробы брюшного тифа, чумы, дизентерии, холеры и др. Недавно получены данные за то, что черному таракану мы обязаны распространением рака (опухоль злокачественного характера).

может убить гнездящихся там микробов. Такими газами обычно служат пары формалина. Этот способ применяется¹ в случаях, когда заразное начало очень летуче и распространяется по всему помещению. Сюда относятся заболевания скарлатиной, дифтеритом, оспой, сыпным тифом, и т. п. В других случаях достаточно принять более простые меры. Так, например, при брюшном тифе достаточно обеззаразить испражнения больного, его мочу, белье. При туберкулезе надо следить, чтобы больной не расплывывал мокроту, а собирал бы ее в особый сосуд, куда надо налить какой-нибудь обезвреживающей жидкости, как, например, 1—2% раствор карболовой кислоты. Отхожие места засыпают землей.

В других, более простых случаях достаточно обеззаразить белье, погрузив его в раствор соды и, затем, прокипятив. В платье, одежде, обуви, книгах и других вещах заразу уничтожают, помещая эти вещи в особые аппараты, помощью паров формалина, при пониженном давлении (японский способ), при температуре около 60°. Все эти способы основаны на том, что заразные микробы являются не стойкими и гибнут при повышении температуры и от паров формалина. Уничтожение заразных микробов носит название дезинфекции. Уничтожение насекомых называют дезинсекцией. Не следует смешивать эти два названия, столь похожие друг на друга.

Вернемся к крови. Способность к уничтожению посторонних веществ присуща не в одинаковой мере всем видам белых шариков. Фагоцитами являются, главным образом, крупные белые шарики с разветвленным в виде лопасти ядром.

Кроме борьбы с нашими врагами, белые шарики вероятно исполняют и другие задачи. Так, например, есть основание думать, что они участвуют в разноске пищи по организму.

Кроме белых и красных шариков, в крови имеются небольшие тельца, так называемые кровяные бляшки. Их значение мало известно. Предполагают, что они играют роль в явлениях свертывания крови.

Соберем теперь все сказанное о крови.

3. Значение крови:

- 1) доставка питательного и починочного материала;
- 2) согревание клеток;
- 3) промывание и удаление отходов;
- 4) химическая связь между органами и тканями;

¹ Способ состоит в том, что в тщательно закупоренной комнате испаряют определенное количество раствора формальдегида. Применение этого способа требует известного навыка и особых аппаратов.

5) защита организма: а) механическая (свертывание); б) биологическая (борьба с посторонними веществами).

Состав крови:

а) кровяные тельца;

б) плазма крови:

а) сыворотка;

б) фибрин (белок);

жидкая часть:

а) вода;

б) соли;

в) вещества, служащие пищей: 1) белок, 2) сахар, 3) жир;

г) продукты отбросов и переработки;

д) починочный материал для клеток и тканей;

е) противоядия и другие защитные вещества (ослабляющие микробов)¹.

Клетки крови (кровяные тельца):

а) красные кровяные шарики — разносчики кислорода;

б) белые шарики — фагоциты — защитники организма, ассенизаторы-санитары;

в) кровяные бляшки (пластинки) — участвуют в свертывании крови.

Микробы:

а) полезные микробы, вызывающие брожения, плодородие почвы, разложение трупов и мертвых частей растений;

б) вредные микробы заразных болезней.

Условия, благоприятствующие развитию микробов:

а) сырость;

б) отсутствие солнечного света;

в) температура (около 37 — 40°);

г) наличие питательных веществ.

Условия, препятствующие развитию:
низкая температура.

Условия, убивающие микробов:

а) высокая температура, около 120° (40 минут);

б) кипячение;

в) соли металлов (сулема);

г) кислоты (карболовая);

д) щелочи (крепкие);

е) формалин и его пары.

¹ Этого рода веществ известно несколько видов: так, например, одни вещества растворяют микробов (л и з и н ы), другие их склеивают в комочек, лишая подвижности (а г г л ю т и н и н ы), третьи ослабляют микробов, облегчая таким образом деятельность белых шариков (т р о п и н ы, или о п с о н и н ы).

Распространение заразы:

Вода (микробы заболеваний кишечного канала — холера, тиф, дизентерия).

Воздух (пыль)—болезни дыхательных органов (туберкулез, воспаление легких, дифтерит).

Почва (столбняк).

Насекомые: сыпной тиф (вошь),
возвратный тиф (клопы, вши),
холера, брюшной тиф, дизентерия (мухи),
малярия (комар),
разные болезни (тараканы).

IV.

КРОВЕОБРАЩЕНИЕ.

Общий план кровообращения. — Артерии, вены и капилляры. — Сердце. — Кругооборот крови. — Клапанный аппарат сердца и его значение. — Фазы деятельности сердца. — Эластичность стенок сосудов и ее значение. — Ритм сердечной деятельности. — Работа сердца. — Приспособляемость сердца. — Нервная система сердца. — Рефлексы на сердце с других органов. — Теории сокращений сердца. — Кровеносные сосуды и их строение. — Нервная система сосудов. — Механизм движения крови по венам. — Гимнастика и массаж. — Лимфа и ее движение.

После знакомства с кровью, как тканью, нам надо выяснить условия, которые облегчают ей выполнение ее задач, что, как мы видели, тесно связано с необходимостью омывать все органы и ткани. Короче говоря, нам надо выяснить механизм движения крови по организму, или, как принято говорить, механизм кровообращения. Для этого нам надо, прежде всего, обратиться к анатомии и посмотреть, как устроен аппарат кровообращения, каково то русло, по которому движется кровь в организме, и каковы механизмы, обеспечивающие постоянство и правильность движения крови.

Сердце. Кровь движется по системе замкнутых трубок, которые называются кровеносными сосудами. Среди сосудов имеется аппарат, движущий кровь, наподобие нагнетательного и присасывающего насоса. Это — всем известный орган — сердце. Биение его знает всякий. Прибегая к грубому сравнению из нашей повседневной жизни, можно сравнить аппарат кровообращения с системой водоснабжения. Сердце в таком случае мы сравним с водокачкой, нагнетающей воду в трубы и насазывающей ее из реки, а кровеносные сосуды — с сетью труб, разветвляющихся от главной трубы в дома, отдельные квартиры и комнаты. Разница между аппаратом кровообращения и водопроводом в том, что — в аппарате кровообращения — кровь, пройдя через органы и ткани, возвращается обратно в сердце. Таким обра-

зом сердце является одновременно двойным насосом: а) нагнетающим и б) присасывающим кровь, идущую из органов и тканей.

Кровеносная сеть. Аорта. Общий план устройства кровеносной сети сложен. От сердца отходит главная трубка, носящая название аорты. Это — трубка широкого диаметра. Сейчас же по выходе из сердца она начинает ветвиться, отдавая от себя трубки меньшего просвета. Аорта, по выходе из сердца, образует дугу и, изогнувшись, спускается вниз вдоль позвоночного столба. На своем пути она продолжает отдавать от себя более узкие трубки, несущие кровь к различным органам. Далеко внизу аорта делится на две ветви, снабжающие кровью нижние конечности. Трубки, отходящие

Капилляры. от аорты, на своем пути также отдают от себя трубки еще меньшего диаметра. Войдя в какой-нибудь орган, такая трубка, называемая артерией, распадается на кисть мельчайших трубочек, просвет которых очень узок. Это — так называемые капилляры, или волосники. Действительно, просвет их так узок, что напоминает по своим размерам просвет волоса. Это — очень важное место в кровеносном русле, так как здесь главным образом происходит обмен между кровью и тканевым соком (лимфой). Этому способствуют несколько условий. Прежде всего, распадение артерии на сеть очень узких трубочек, создавая препятствие току крови, повышает напор ее на стенки капиллярных сосудов. Это, как известно, создает условие, допускающее фильтрацию (просачивание) жидких частей крови сквозь стенки капиллярных сосудов. Если прибавить к этому, что стенки этих трубок очень тонки, то станет понятным, что вся капиллярная сеть представляет из себя громадный фильтр, сквозь который жидкая часть крови профильтровывается в тканевую сок (лимфу). Рассмотренная часть кровеносного русла относится к так называемой артериальной

Вены. системе. За этой системой начинается часть русла, которую называют венозной частью. Пройдя артериальную сеть капилляров (волосников), кровь выполнила уже большую часть своих задач, — ей надо теперь вернуться к сердцу. Та часть кровеносного русла, по которому кровь возвращается от органов к сердцу, носит название венозной системы. Она начинается сетью очень тонких трубочек, которые лежат непосредственно за сетью артериальных волосников, являясь их продолжением. Это — венозные капилляры. Они слагаются постепенно в трубки более широкого просвета, известные под названием вен. По венам кровь возвращается в сердце, вливаясь в него по двум главным венозным трубкам, которые названы полыми венами. Одна из них — верхняя — несет кровь от головы и от верхней части туловища, другая — нижняя — приносит к сердцу кровь от остальной части тела.

Обмен между кровью и тканями. Мы видим, что кровь на всем пути своем остается в системе замкнутых трубок. Клетки и ткани непосредственно не омываются кровью. Обмен веществами между ними и кровью происходит через посредство стенок капиллярных трубок.

При этом играют важную роль законы фильтрации, осмоса и диффузии. В особой науке — физической химии — изучены законы обмена веществами между растворами различной крепости, когда они разделены друг от друга перепонками, проницаемыми неодинаково для разных веществ, находящихся в растворах. В этих случаях перепонки носят название полупроницаемых. Они играют роль как бы контролеров, пропускающих одни вещества и задерживающих другие. Такой именно случай мы имеем в кровеносной системе, где кровь, протекающая по капиллярам (волосникам), и лимфа (тканевой сок), будучи жидкостями различного состава, отделены друг от друга тонкой перепонкой в виде стенки волосника. Такой способ снабжения клеток веществами имеет очень важное значение. Он гораздо удобнее для клеток, чем если бы они омывались кровью непосредственно; — в этом случае клетка испытывала бы на себе действие резких колебаний состава крови. При существующих же условиях, — когда клетки и ткани окружены лимфой, в которую лишь постепенно, в меру надобности, просачиваются из крови различные вещества, — клетки предохранены от вредного для них резкого изменения состава омывающего их сока (лимфы). Стенка капилляров (волосников) в этих случаях играет роль регулятора, не пропускающего из крови в лимфу тех веществ, которых достаточно в лимфе. Если вспомнить то, что мы говорили о влиянии на клетки солевых растворов и о крайней чувствительности клеток к более или менее резким колебаниям окружающей их среды, то станет понятным значение капиллярной сети кровеносного русла и польза такого способа снабжения клеток питательными веществами.

Таким образом на способ снабжения органов и тканей веществами путем просачивания их сквозь стенки волосников надо смотреть, как на приспособление организма в целях сохранения возможного постоянства состава тканевого сока и предоставления клеткам лучших условий для их работы.

Схемы кровообращения представлены на рис. 29.

Рассмотрим теперь отдельные части кровеносной системы.

Сердце. Начнем с сердца. Сердце расположено у высших животных в грудной полости¹. Каждый из нас хорошо знаком с местоположением сердца по тому характерному

¹ У других животных сердце располагается в иных местах. Так, например, у рака сердце надо искать на спине.

биению, которое легко обнаружить, приложив руку к грудной клетке слева. Сердце представляется органом, построенным главным образом из мышечной ткани, которая в некоторых отде-

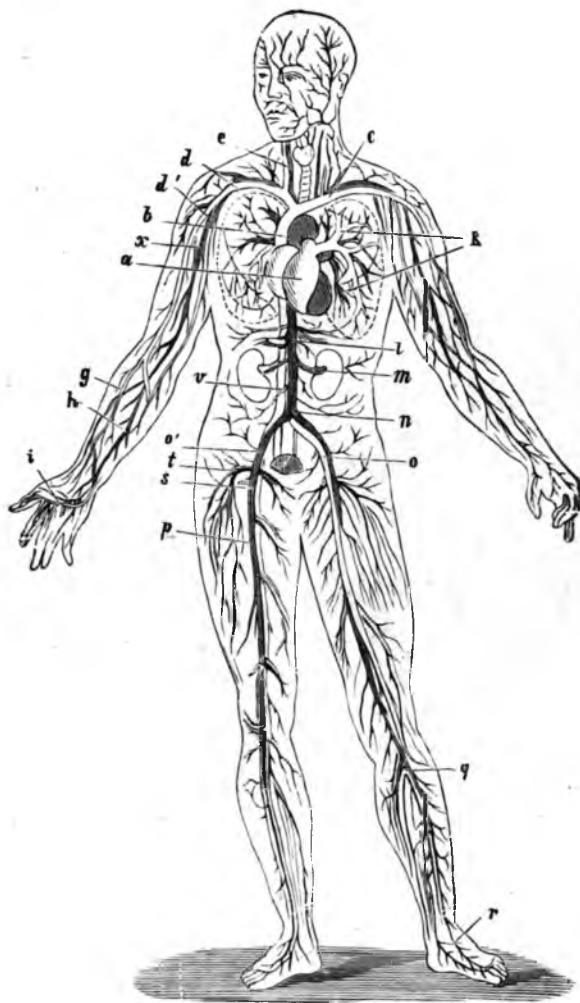


Рис. 29. Система кровообращения в теле человека. *a*—сердце; *k*—легкие; *b*, *l*—аорта.

лах сердца достигает значительной толщины. Разрезав сердце, мы видим, что оно состоит из двух половин: правой и левой, разделенных перегородкой. Каждая из этих половин в свою очередь делится на верхнюю часть — так называемое пред-

сердце, и нижнюю — так называемый желудочек¹ (рис. 30). Таким образом в сердце высших животных и человека надо различать четыре отдела: два предсердия (правое и левое) и два желудочка (правый и левый). В каждом предсердии имеется снабженное клапанами отверстие, ведущее в желудочек той же стороны. Таким образом из правого предсердия кровь попадает в правый желудочек, а из левого предсердия — в левый желу-

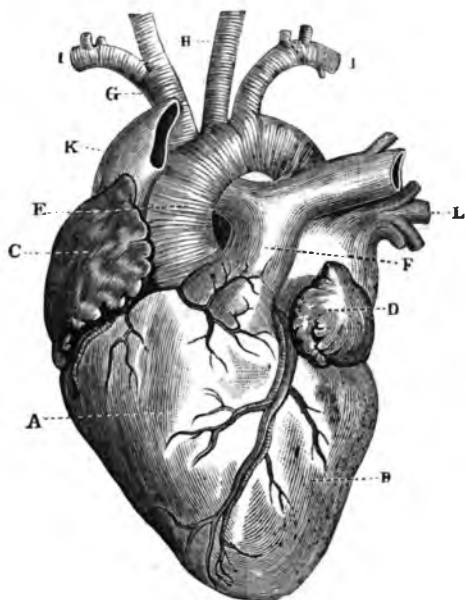


Рис. 30. Вид сердца человека: А и В — желудочки; С и D — предсердия; (ушки) крупные сосуды.

дочек. Клапаны, находящиеся у входа в желудочки, открываются в направлении тока крови и тем, как во всяком насосе, обеспечивают кровиток только в определенном направлении, мешая ей вернуться назад. Толщина стенок в разных отделах сердца не одинакова. Тоньше всего — стенки предсердий; толще всего — мышечный слой левого желудочка. Толщина стенок отделов сердца стоит в связи с выполняемой ими работой. Левый желудочек должен проталкивать кровь через весь организм; эта часть сердца является главным двигателем, и на нее именно падает наибольшая часть работы. Соответственно с этим и толщина ее стенок² больше, чем у тех отделов сердца, на которые выпадает меньшая работа.

Круговорот крови.

Чтобы лучше уяснить себе значение каждого отдела сердца, проследим ток крови, начав с левого желудочка. Мы уже знаем, что от этой части сердца отходит крупнейшая кровеносная трубка — аорта. Это — главный

¹ У низших животных сердце устроено проще. Так, например, у лягушки сердце состоит из двух полостей (одного предсердия и одного желудочка).

² В организме действует закон, по которому орган, с увеличением работы, увеличивается в размере. Причина этого — повышение питания органа при увеличении работы.

канал, несущий кровь от сердца. Брошенная в него мощными сокращениями толстых стенок левого желудочка кровь течет по организму и затем по венам возвращается в правое предсердие. Отсюда не особенно трудно провести кровь в правый желудочек, так как между этими отделами сердца имеется достаточно широкое отверстие. От правого желудочка отходят трубки, несущие кровь к легким. Это — так называемые легочные артерии. Пройдя легкие, очистившись там от углекислоты и других веществ, нагруженная кислородом кровь возвращается по легочным венам в сердце, именно в левое предсердие, откуда поступает в левый желудочек, чтобы опять попасть в аорту и проделать снова свой путь по организму.

Таким образом кровь совершает кругооборот в организме. На это надо немного времени: у человека — всего около одной минуты.

Обычно различают два круга кровообращения: а) большой круг, который начинается левым желудочком и оканчивается в правом предсердии, и б) малый круг, который начинается в правом желудочке и оканчивается в левом предсердии. Этот круг, в сущности, охватывает собой кровообращение в легких.

Клапаны сердца и их значение. Отверстия, ведущие из предсердий в желудочки и в устья крупных кровеносных трубок как идущих к сердцу, так и отходящих от него, снабжены клапанами. Клапаны эти действуют, как клапаны всякого насоса, открываясь в направлении тока крови. Благодаря этим клапанам кровь течет вперед, не возвращаясь обратно во время расслабления желудочков и предсердий.

Клапан у входа в левый желудочек называется **митральным**, или **двухстворчатым**. Клапан у входа в правый желудочек назван **трехстворчатым**. Эти названия показывают устройство клапанов и количество их лепестков.

Клапаны крупных кровеносных трубок (аорты и легочной артерии) имеют по три створки.

Клапаны открываются в **направлении тока крови** (рис. 31) и, захлопываясь при сокращении желудочков, препятствуют крови обратный ток в предсердия. Клапаны имеют очень важное значение. В случаях порчи их, получают те расстройства в распределении крови в организме, которые мы замечаем у так называемых «сердечных» больных.¹ Многим приходилось видеть, что этого рода больные страдают водянкой, которая есть результат застоя крови в нижней части туло-

¹ Значительная часть больных сердцем страдают расстройством клапанного аппарата. Микробы, поселяясь на клапанах, вызывают их изменения различного рода, как, например, сращение и сужение прохода, или, наоборот, клапан истончается, рвется и не может плотно закрывать отверстия. Чаще всего, это — последствия перенесенного ревматизма.

вища. У таких лиц появляется одышка от переполнения легких кровью. Часто мы видим посинение и отек лица. Все это — нам теперь понятные признаки неправильного распределения крови в организме из-за расстройства клапанного аппарата.

Сердце окутано особым мешком, так называемым перикардием. Между перикардием и сердцем есть пространство,

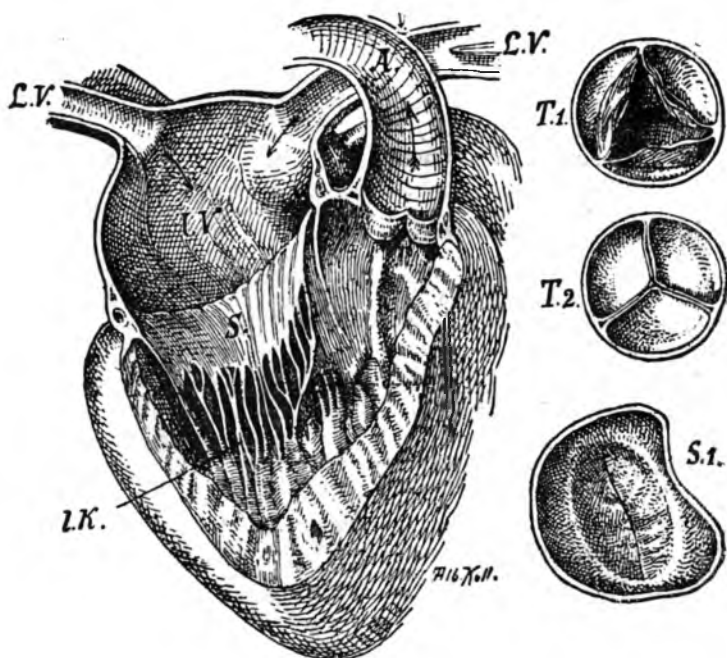


Рис. 31. Клапанный аппарат сердца: открытый клапан из левого предсердия в левый желудочек; виден откинутый клапан и нити, которыми он прикреплен к мышцам желудочка. T_1 и T_2 — клапаны у входа в аорту. Сбоку справа показаны отдельные клапаны; T_1 — открытый трестворчатый клапан; T_2 — закрытый трестворчатый клапан; S_1 — закрытый двустворчатый клапан.

наполненное жидкостью, что облегчает движения сердца, так как жидкость играет роль смазки. Увеличение количества этой жидкости может стеснить сокращения сердца и даже вызвать его остановку, что влечет за собой смерть, которую публика называет смертью «от разрыва сердца». ¹ Итак, роль

¹ Достаточно раз повидать сердце с его мощной мускулатурой, чтобы убедиться, что разрыв сердца может быть только при наличии чрезвычайно своеобразных и редко встречающихся условий. Обычно смерть, приписываемая публикой разрыву сердца, зависит от его остановки, от заботки сердца.

сердца в движении крови сводится к сообщению ей толчка, достаточного для преодоления сопротивления по пути тока ее через организм.

Току крови много способствует также эластичность стенок сосудов. Толчок, даваемый сердцем крови, не действует непрерывно. Сердце работает,—как каждый может убедиться, наблюдая биения своего сердца,—толчками. Между тем, кровь течет по организму непрерывной струей.¹ Это зависит от эластичности стенок артерий. Как же действует эта эластичность? Чтобы понять все значение эластичности стенок кровеносных трубок, надо себе отчетливо представить деятельность сердца.

Удобным предметом для наблюдения является сердце лягушки или черепахи. Вырезанное из организма, оно долго сокращается без особых мер предосторожности. Такое сердце можно наблюдать час и дольше, если предохранить его от высыхания. На таком сердце можно наблюдать: разные формы деятельности отдельных частей, влияние температуры на частоту сокращений, действие сердечных ядов (аммиак, мускарин), влияние механических раздражений. Отведя от такого сердца ток к капиллярному электрометру или к чувствительному гальванометру, можно уловить электрические токи, которые возникают при сокращении сердца. При наличии лабораторной обстановки можно пользоваться и сердцами других животных, как, например, кролика, кошки, собаки. Это требует более сложной постановки опыта и предполагает у наблюдателя навык в производстве физиологических опытов.

Наблюдая вырезанное лягушечье или черепашье сердце, мы видим, что деятельность сердца начинается с сокращения предсердия. Сокращение части сердца носит название **сistolы**. Расслабление сердца называют **диастолой**. Вся деятельность сердца, как показывает наблюдение, состоит из правильного чередования систол и диастол отдельных частей. Всматриваясь в деятельность вырезанного сердца, мы видим, что, в то время как сокращается предсердие, желудочек находится в расслабленном состоянии. Дальше мы увидим, какое важное значение имеет такое правильное и частое чередование деятельности и отдыха. Итак, деятельность сердца состоит из: 1) сокращения предсердия (в это время желудочек находится в состоянии расслабления—диастолы); 2) расслабления предсердия (в это время наступает сокращение—систола—желудочка). После этого наступает кратковременный покой всего сердца. Затем описанные явления идут в том же порядке. Таким образом деятельность сердца ритмична. Периоды сокращения сменяются периодами покоя. Отсюда следовало бы заключить, что и ток крови по кровеносному руслу должен был бы идти толчками. Между тем, надрезав стенку кровеносной

¹ В этом легко убедиться на опыте на животном. Кровь даже в моменты отдыха сердца течет все же непрерывной струей, хотя сила и а п о р а струи в это время, понятно, слабее.

Влияние эла- трубки, например артерии у животного, мы видим, стичности сте- что кровь течет из нее непрерывной нок сосудов. струей. Только напор струи меняется, усиливаясь во время систол и ослабляясь во время диастол желудочка. От чего же зависит непрерывность тока крови? Тут-то и выступают эластические свойства стенок кровеносных трубок (артерий). Они-то и поддерживают непрерывность тока крови, заменяя собою сердце во время его отдыха. Понять механизм действия эластичности артерий нетрудно. Во время сокращения желудочка кровь под сильным напором устремляется в аорту и крупные артерии и растягивает их упругие стенки. Когда затем желудочек расслабляется, растянутые стенки артерий стремятся, как всякое растянутое эластическое тело, вернуться к своему прежнему положению и при этом проталкивают кровь дальше. Таким образом во время расслабления желудочка стенки артерии, заменяя собою сердце, продолжают толкать кровь вперед. Эластичность стенок сосудов таким образом экономит энергию сердца. Растягивая эластические стенки сосудов, сердце как бы на время откладывает про запас часть своей энергии. Всякая утрата или ослабление эластических свойств артерий поэтому вредно отражается на работе сердца. Сердцу в этих случаях приходится работать сильнее, так как оно теряет своего помощника, проталкивающего во время отдыха кровь вперед.

Влияние эластичности стенок на ток жидкости можно показать на простом опыте. Жидкость заставляют течь из сосуда одновременно по двум трубкам: одна из них состоит из неподатливых стенок (стекло), другая—из эластических (каучук). Сообщая току жидкости прерывистые толчки (как это делает сердце) при помощи резинового баллона, или просто сдавливая каучуковые части трубок, мы увидим, что из стеклянной трубки жидкость будет течь прерывистой струей, а из каучуковой — постоянной струей. Будет меняться лишь высота струи, но ток ее будет постоянен. Для успеха опыта, к концам трубок надо приспособить в виде наконечников оттянутые тонко трубки.

Раз эластичность артерий имеет такое важное значение, понятно, надо избегать всего, что может лишить нас этого ценного свойства артерий. Мы часто сами являемся причиной утраты артериями их эластичности. Так, например, неумеренное курение может ослабить эластичность артерий; неправильный образ жизни, переутомление мозговой работой, длительное пребывание в душных, плохо проветриваемых помещениях, азартные игры с их волнующим влиянием, злоупотребление спиртом, неправильное питание, вызывающее расстройства пищеварения, запущенные, плохо леченные болезни, — как, например, сифилис, — все это способствует утрате артериями их эластичности.

Утрата артериями их эластичности является в то же время признаком ослабления их жизненных свойств. Стенки таких артерий имеют склонность пропитываться солями извести. От этого они делаются хрупкими и легко

ломаются при повышении напора на них крови. Этим объясняются параличи (так называемые «удары»). В этих случаях лопаются тонкие сосуды мозга, и излившаяся кровь своим давлением губит нервные клетки мозга. У стариков такое затвердение стенок (склероз) кровеносных трубок является обычным явлением, связанным с увяданием организма. Есть указания, что наступление затвердения стенок артерий можно замедлить соответствующим пищевым режимом. Употребление в пищу плодов, овощей и ягод, по мнению некоторых врачей, предохраняет наши артерии от преждевременного затвердевания (склероза).

Способы наблюдения деятельности сердца у человека. Существуют способы, позволяющие наблюдать на живом человеке деятельность его сердца. Для этого построены аппараты, записывающие те толчки, которые сердце сообщает окружающим тканям. Такой толчок сердца каждый может ощутить у себя в левой части груди, левее линии, проведенной через левый грудной сосок (на палец влево и вниз от соска). Поставив на это место особый аппарат, можно уловить силу и особенности сердечного толчка. О деятельности сердца судят также по тем биениям артерий, которые зависят от сокращений сердца. Все знают, что врачи первым делом исследуют особенности сокращений артерий, нащупывая их пальцем там, где они близко подходят к коже. Таким излюбленным местом является рука возле кисти. Здесь артерия легко доступна, и врачи тут именно щупают «пульс». Понятно, что изменения деятельности сердца должны отразиться на биении артерии. Поставив к этому месту специальный аппарат, можно сделать видимыми на-глаз биения артерий. Можно записать их на бумаге и таким образом подвергнуть их более точному изучению.

В последнее время стали улавливать те электрические токи, которые образуются в сердечной мышце во время ее деятельности. Каждая мышца, работая, является источником электрической энергии, которая образуется за счет химической энергии мышц, как в известных нам аккумуляторах и в батареях. С изобретением очень чувствительных гальванометров оказалось возможным, соединяя руки или ноги человека с гальванометром, отмечать особенности электрического тока сердца. По форме тока и по его особенностям делают заключение о состоянии и работе отдельных частей сердца. Опыты эти сложны, требуют особых, дорого стоящих аппаратов и специального навыка.

Частота сердечных сокращений. Подсчет числа сокращений сердца показал, что у разных животных сердце сокращается не одинаково часто. Даже среди людей есть лица, отличающиеся медленностью деятельности сердца. Так, например, у Наполеона сердце сокращалось всего 45 — 50 раз в минуту вместо 72 — 80 раз, как это бывает у большинства людей. Из животных наибольшей частотой сердцебиений

отличаются птицы. У канарейки насчитывали до 1000 биений сердца в минуту! У голубей и кур сердце бьется 140 — 150 раз в минуту. Столько же биений дает сердце кролика. У крупных животных сердце сокращается реже. Так, у слона — всего 25 раз в минуту, у лошади — 50.

У новорожденных сердце бьется чаще, чем у взрослых. При повышении температуры сердцебиения учащаются. В среднем, у здорового человека средних лет сердце бьется от 72 до 80 раз в минуту.

Работа сердца. Проталкивая кровь в аорту, сердце совершает при этом большую работу. В этом можно убедиться, соединив какую-нибудь крупную артерию шеи или бедра кролика, кошки или собаки с манометром, т.-е. с изогнутой в виде буквы U трубкой, наполненной ртутью. Напор крови в артерии при таких условиях поднимет ртуть в трубке манометра на 140 — 190 миллиметров. Это — порядочная тяжесть. Однако эти цифры мало говорят нашему воображению о той работе, какую выполняет сердце во время своих сокращений.

Правда, уже одно число сердцебиений, достигающее у взрослого человека до 100 000 в сутки, говорит за величину работы сердца. Еще более яркие данные получены примерным подсчетом работы сердца и переводом ее в механический вид работы. Оказалось, что за сутки сердце выполняет работу равную 20 000 килограммометров, т.-е. достаточную для того, чтобы поднять 20 килограммов (пуд и десять фунтов) на высоту километра (почти версты). Такой расчет сделан, принимая во внимание лишь нормальную деятельность сердца. Однако мы знаем, что не проходит дня, часто даже часа без того, чтобы мы не предъявили нашему сердцу тех или иных повышенных требований на работу. Так, например, всякое ускорение движений, физическая работа, часто даже нервное напряжение (так называемое волнение), — все это сопровождается учащением сердцебиений и, следовательно, повышает работу сердца. Невольно возникает вопрос: как может столь напряженно работающий орган выполнять свою задачу, не пользуясь сколько-нибудь длительным отдыхом? Ведь вошло даже в поговорку, что «сердце первым начинает свою работу и последним ее заканчивает». Действительно, сердце начинает свою работу, когда еще ребенок находится в утробе матери, и продолжает работать до момента смерти. Секрет, почему сердце может так долго работать, очень поучителен. Наблюдая отдельные фазы деятельности сердца и измеряя их продолжительность, нашли, что работа отдельных частей сердца не превышает восьми часов в сутки. Остальное время сердце употребляет на отдых и восстановление затрат. Мы не замечаем этого потому, что в сердце отдых и работа чередуются с величайшей правильностью. Это дает возможность

сердцу работать энергично и долго без ущерба для себя. Пример поучительный! Организм, как и во многих других случаях, показывает нам, как надо работать, и какое значение имеет своевременный отдых и правильное чередование отдыха и работы. Мы, к сожалению, обычно грешим против этого правила, работая лихорадочно, так сказать, запоем и на спех. Отдыхаем мы, чаще всего, уже измотавшись от работы. От этого наши деятели часто преждевременно стареются. На Западе, где работа совершается правильнее и ритм жизни не так лихорадочен, как у нас, люди нередко до глубокой старости сохраняют способность заниматься сложными делами, требующими большого напряжения сил ¹.

Запасные силы сердца и его приспособляемость. Изучение работы сердца обнаруживает удивительную приспособляемость его к различным условиям. В этом смысле сердце справедливо считать самым совершенным двигателем на земном шаре. До известных, конечно, пределов сердце немедленно меняет частоту и силу своей работы, тут же во время работы приспособляясь к новым условиям. Мы по опыту знаем, что сердцу постоянно предъявляются различные требования. Уже одни переходы из лежачего положения в стоячее, разная скорость ходьбы и т. п.—все это создает новые и новые условия для кровообращения и требует немедленного приспособления сердца, которое не может запоздать ни на один миг. Специальные исследования выяснили, что сердце обладает, как говорят, «запасными силами». Оно может справиться с количеством крови, в шесть раз превышающим обычное!

Нервная система сердца. Тонко развитая способность сердца к приспособлению заставляет предполагать наличие в нем нервной системы. Выше мы видели, что именно нервная система осуществляет приспособления организма к внешнему миру. Исследования показали, что сердце обильно снабжено нервами, которые связывают его с центральной нервной системой. Кроме того, в толще самого сердца имеются группы нервных клеток, играющих, очевидно, роль местных, до известной степени самостоятельных, распорядительных центров. В окружающих сердце тканях также расположены целые сети нервов с отдельными группами нервных клеток. Сеть эта получила название «сердечного нервного сплетения».

¹ Там нередки примеры, ¹ как старики 70—80 лет исполняют ответственную, требующую величайшего напряжения сил, работу. Примеры: Джиолитти—в Италии, Клемансо — во Франции. У нас общественные деятели «сгорают» задолго до того возраста, в котором Клемансо и Джиолитти брались за руль государственного корабля в самые опасные моменты жизни государства. Конечно, условия жизни у нас иные, но все же много влияет и наше неумение распределить работу и отдых и вообще недостаточная забота о своем здоровье.

Исследуя отдельные нервные веточки этого сплетения, идущие к сердцу, нашли, что одни из этих веточек могут влиять на с и л у сокращений сердца, другие — на ч а с т о т у, при чем одни ускоряют, другие, наоборот, задерживают деятельность сердца. Вот сколько регулирующих механизмов нервного характера заложено в сердце и окружающих его тканях! В центральной нервной системе, в самом верхе спинного мозга, в так называемом продолговатом мозгу, имеется группа нервных клеток, раздражение которых вызывает остановку сердца в ослабленном состоянии (диастоле). От этого центра к сердцу идут волокна, пробегающие в толстом нервном стволе, который лежит на шее возле бьющихся крупных кровеносных сосудов.¹ Ствол этот носит название блуждающего нерва.² Всякое более или менее

Рефлексы на сердце. сильное сжатие в области шеи может вызвать смерть от остановки сердца благодаря раздражению именно этого нерва, являющегося одним из главных тормозов сердца. Как показывает опыт, на сердце могут передаваться раздражения с самых разнообразных поверхностей тела и его органов. Все знают, что раздражение кожи холодной водой во время купания вызывает немедленно изменение скорости сокращений сердца. Всякое более или менее сильное раздражение наших внутренних органов, сопровождающееся болевыми ощущениями, также вызывает изменение числа биений сердца. Кто не знает, что вид интересующих нас предметов, разговор, часто слушание музыки — отражается на деятельности сердца? Кто не испытывал замирания сердца при испуге или при сильном волнении? Понятно, что, с точки зрения физиологии, все это будут отраженные (рефлекторные) влияния на сердце с различных анализаторов, как ухо, глаз и т. п. В случаях испуга или волнения влияния на сердце идут из центральной нервной системы. Не даром самое возбуждение центральной нервной системы получило название «волнения». Мы говорим, что «взволнованы», когда наша центральная нервная система приходит в сильно возбужденное состояние под влиянием внешних или внутренних раздражителей. Этим названием — «волнение, взволнованность» — народ уловил как-раз изменения в аппарате кровообращения, который только и может дать в организме волны, доступные наблюдению не-физиолога. Целесообразность столь развитых влияний на сердце понятна. Сердце — слишком важный орган. Ему в первую очередь приходится приспосабливаться к постоянно меняющимся

¹ Сосуды эти носят название сонных артерий. Это — крупные стволы, несущие от аорты кровь к мозгу и другим органам головы.

² Название обусловлено чрезвычайным богатством ветвями. Нерв как бы «блуждает» своими ветвями между органами брюшной и грудной полости.

условиям существования организма. Ясно, что должны существовать связи между сердцем, другими органами и центральной нервной системой.

Для доказательства влияний на сердце с других органов пользуются обычно лягушкой. Сильным ударом по животу можно остановить у лягушки сердце. Если предварительно вызвать у лягушки воспаление той тонкой перепонки, на которой укреплены кишки и желудок, то достаточно будет слабого прикосновения к этой перепонке, чтобы вызвать остановку сердца. Отсюда видно, как чувствительны нервные аппараты большого органа. Из опытов такого рода ясно, как опасны бывают удары в область живота. Умелым ударом в эту часть тела можно свалить с ног самого сильного человека.

Чтобы представление наше о приспособлениях, регулирующих деятельность сердца, стало еще отчетливее и ярче, укажем на очень важный механизм, предохраняющий организм от чрезмерного повышения напора крови на стенки кровеносных трубок в случаях чрезмерной работы сердца. Мы видели уже, что сердце может значительно усиливать свои сокращения и увеличивать их число. Это все знают по личному опыту. Такая способность сердца может угрожать, в некоторых случаях, переполнением кровеносного артериального русла кровью и настолько повысить напор ее на стенки кровеносных трубок, что наиболее тонким из них угрожала бы опасность разрыва. Против этого имеется приспособление в виде группы нервных клеток, помещившихся в роли наблюдателей как-раз там, где повышение напора крови на стенки кровеносных трубок сказывается прежде и раньше всего. Это место—очевидно—дуга аорты. Волна крови, выброшенной из левого желудочка, ударяет с наибольшей силой именно на то место, где аорта образует загиб сверху вниз. Тут-то и поместилась группа нервных клеток, исполняющая роль контролера величины напора крови. Как же эта группа клеток вмешивается в деятельность сердца? Здесь мы встречаемся с знакомым нам явлением рефлекса. Когда сердце выходит из рамок своей нормальной работы, когда сила отдельных его сокращений почему-либо увеличена или ускорена его деятельность, понятно, повышается напор крови на стенки дуги аорты. Нервные клетки, здесь находящиеся, приводятся этим необычным раздражителем в состояние возбуждения, которое они передают по особым нервным веточкам¹ в продолговатый мозг. Здесь возбуждение передается на две группы нервных клеток: на ту, которая тормозит деятельность сердца, уменьшая частоту его биений; это—известный нам центр, от которого отходят тормозящие сердце волокна блуждающего нерва;² кроме того, воз-

¹ Они у большинства животных лежат в стволе блуждающего нерва. Их называют общим именем: «нерв подавитель» деятельности сердца.

² Не следует забывать, что то, что носит название нерва, есть, в сущности, собрание нервных веточек, идущих в мозг, и от мозга — к разным органам.

буждение распространяется на центр, заведующий мышцами, от которых зависит ширина кровеносных трубок, и вызывает расширение кровеносного ложа. В результате этого уменьшается напор крови на стенки дуги аорты. Тотчас же деятельность нервных контролеров, находящихся здесь, прекращается, и таким образом деятельность сердца вводится в свои обычные рамки.

**Теории
сердечных
сокращений.**

Невольно родится вопрос: что заставляет сердце биться с поразительной правильностью? Мы призываем, что сокращение мышц зависит от приказов, идущих из нервной системы. Поэтому есть мнения, что и деятельность сердца подчинена этому правилу и зависит от присутствия в нем и возле него множества нервных клеток. Существуют, однако, опыты, которые заставляют считать, что периодические биения сердца зависят от особых свойств мышечной ткани, особенно тех ее участков, которые лежат возле устья крупных венозных трубок, несущих кровь в сердце.

Здесь периодически, время от времени, зарождается волна возбуждения, которая распространяется сначала по мышечным клеткам предсердия, а отсюда переходит по небольшому мышечному мостику на мышцы желудочков. Таким образом, с точки зрения приверженцев этой теории, биения сердца являются результатом особых свойств мышечной ткани сердца, и нервная система сердца в этом не принимает непосредственного участия. Она вступает в свои права лишь тогда, когда надо или попридержаться, или подстегнуть деятельность сердца. Большинство современных ученых придерживаются именно этого взгляда на происхождение сердечных сокращений. Меньшинство ученых считает, что причиной возникновения биений сердца является нервная система, заложенная в самом сердце и по соседству с ним. Слабой стороной учения о возникновении сердечных сокращений в мышцах сердца является отсутствие данных, выясняющих, что именно вызывает в мышцах сердца периодические сокращения. Есть основание предполагать, что сердечные мышцы отличаются особой чувствительностью к составу крови и тканевого сока, который омывает клетки сердечных мышц. Колебания состава тканевого сока, нарушение в нем отношений между различными химическими веществами—могут быть возбудителями сердечных мышечных клеток. Недавно, например, показано было, что калий и испускаемые им лучи могут возбуждать сокращения сердца.

Известно, что калий радиоактивен и испускает лучи. Эти лучи обладают способностью действовать на сердце. Голландский ученый Цваардемакер одним приближением к сердцу калия и других радиоактивных веществ, находившихся в запаянных трубочках, приводил в действие остановившееся сердце, изолированное из организма.

**Кровеносные
трубки (сосу-
ды) и их строе-
ние.**

Кровеносные трубки, разносящие кровь по организму, — или, как их обычно называют, кровеносные сосуды, — построены из мышечной ткани с примесью большего или меньшего количества эластических волокон. Особенно богаты этими волокнами стенки артерий, несущих кровь от сердца. Мышцы расположены в них в два слоя: одни мышцы опоясывают артерию кольцами, другие идут вдоль артерии. Особо важное значение имеют кольцеобразные мышцы. Они, сокращаясь, могут сжать артерию и таким образом играть роль крана, регулирующего ток жидкости по трубке. Внутренняя поверхность кровеносных сосудов выстлана сплошным слоем клеток. Это плоские, невзрачные на вид клетки, которые названы *эндотелием*, играют чрезвычайно важную роль. Благодаря их целостности не происходит свертывание крови. Они обладают той же способностью, что и белые шарики, т. е. могут захватывать в себя и уничтожать посторонние частицы, попадающие в кровь.

Чем артерия мельче по своему просвету (диаметру), тем меньше в ней и упругих волокон. В самых тонких кровеносных сосудах — в волосниках (капиллярах) — стенка состоит всего из одного слоя эндотелия, опирающегося на немногочисленные опорные клетки соединительной ткани.

б) Вены.

Строение вен, по которым кровь возвращается в сердце, в сущности — то же, только здесь меньше упругих волокон, и вся стенка сосуда тоньше. Рисунок 32 показывает эту разницу. Здесь на разрезе мы видим зияющее отверстие артерии, растянутое своими упругими волокнами, заложенными в стенке, и спавшееся отверстие вен. Вот почему, при порезах, например, руки, артерия зияет своим отверстием, кровь из нее бьет фантаном, и, чтобы прекратить кровотечение из артерии, необходимо вмешательство врача, который должен зашить пораненную артерию¹, иначе кровь вытечет в громадном количестве из раны. Вена же сейчас же после ранения спадается, и кровотечение из вены легче остановить простым придавливанием раны.

Нервная система кровеносных сосудов.

Исследуя под микроскопом стенки кровеносных сосудов, мы можем обнаружить в них большое количество нервных клеток и волокон. Это — двигатели мышц кровеносных сосудов, играющие важнейшую роль в распределении крови в организме. Они заставляют кровеносные сосуды менять свой просвет (диаметр), то расширяясь, то суживаясь. Все знают, как часто происходит такая «игра» — как мы говорим — кровеносных сосудов, как часто

¹ До прибытия врача надо крепко прижать артерию по пути между сердцем и раненым местом.

бледнеет и краснеет от разных причин наша кожа. Испуганный человек бледнеет; мы знаем появление краски стыда на лице и т. п. Все это — нервные влияния на просвет кровеносных сосудов.

Изменение просвета сосудов, например в руке, можно обнаружить простым опытом. Руку помещают в сосуд с водой, закрыв его так, чтобы вода не могла выливаться наружу. Если в руке кровеносные сосуды будут расширяться, то она, очевидно, получит больше крови, и объем ее станет больше. Если сосуды сузятся, произойдет обратное: уменьшение объема

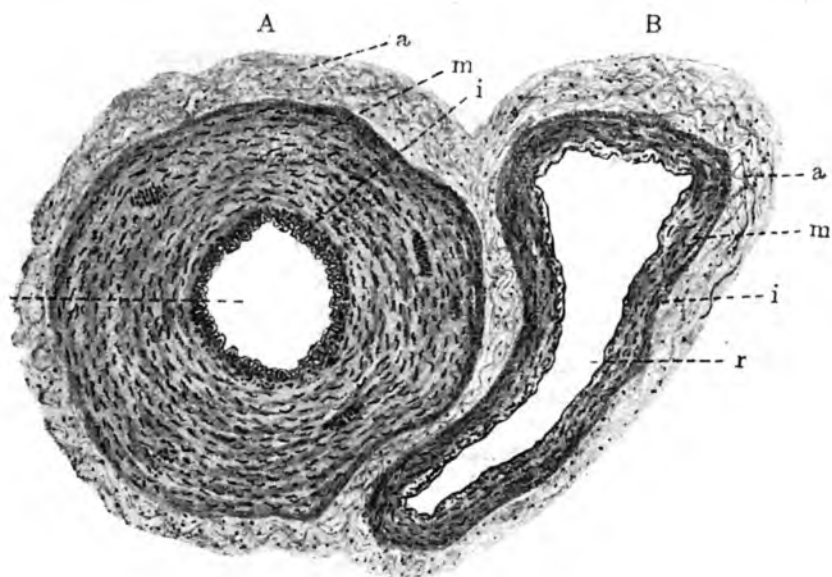


Рис. 32. Поперечный разрез артерии и вены. Слева — круглой формы артерия. Справа — продолговатой формы вена в разрезе. Видна отчетливо разница в толщине стенок. Артерия толще. В ней больше мышц и упругих волокон. Вот отчего отверстие ее больше зияет, чем отверстие вены.

руки вследствие неполучения ею прежнего количества крови. Это изменение объема руки нетрудно сделать видимым и даже записать в виде кривой. Стоит только сделать в сосуде, куда введена рука, отводную трубку, которую соединить с эластической замкнутой капсулой или манометром. Тогда изменения объема руки будут отражаться на воздухе, запертом в этой капсуле, и движения его будут отмечать изменения объема руки. Такие приборы называются *п л е т и з м о г р а ф а м и* (см. рис. 33). На таком приборе мы можем обнаружить ряд очень интересных влияний на кровеносные сосуды. Так, например, достаточно во время опыта дунуть человеку где-нибудь на кожу или провести по ней легким перышком, чтобы это сейчас же отразилось на объеме руки. Раздражения кожи очень легко передаются через посредство мозга кровеносным сосудам. Стоит попросить исследуемого произвести какую-нибудь мозговую работу, например подсчитать что-нибудь, как тотчас же мы заметим на нашем аппарате изме-

нение объема руки. Мозговая деятельность, очевидно, также отражается на состоянии просвета кровеносных сосудов.

Легкая возможность влиять на просвет кровеносных сосудов с различных областей организма имеет очень важное значение в приспособлении организма к внешнему миру. Этим, например, объясняется то, что мы называем простудой. Вероятнее всего, что при простуде дело сводится к неправильному распределению крови в организме, так как происходит ряд влияний на просвет кровеносных сосудов от тока струи холодного воздуха.

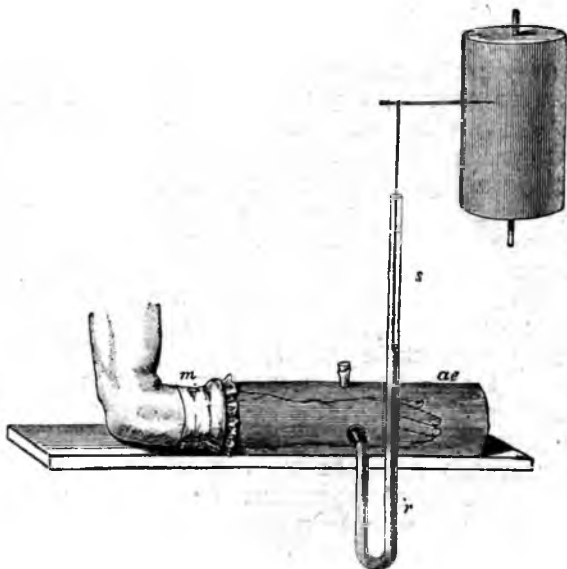


Рис. 33. Плетизмограф (ae). Изменения объема руки от колебаний наполнения ее кровью передаются манометру (s), соединенному с легким писчиком, который то поднимаясь, то опускаясь и чертит на барабане кривые.

Механизм сужения и сжатия кровеносных сосудов объясняет нам происхождение так называемого закаливания, или привычки к холоду. Очевидно, здесь речь идет о приучении кровеносных сосудов, вернее — их нервов, к очень точным ответам на малейшие колебания температур, влажности и др. явлений в окружающем пространстве. У кого эти ответы сосудов не так точны или происходят с запозданием, те простуживаются легко и плохо переносят колебания температур и влажности воздуха.

Из сказанного ясно, что просвет кровеносных сосудов находится под влиянием нервной системы, которая постоянно изменяет в разных областях тела просвет сосудов, суживая их в одних местах и расширяя в других. Благодаря этому про-

исходит нормировка снабжения кровью отдельных органов и тканей. Организм, как бы запирая (или, вернее, прикрывая) «краны» своих сосудов в одних областях, направляет главный поток крови в другие области.

Такая регуляция тока крови имеет громадное значение. Не надо забывать, что крови в организме довольно ограниченное количество,¹ и ее не хватает для одновременного и равномерного наполнения до отказа всех органов и тканей. Организм должен экономить столь драгоценную жидкость, как кровь, направляя ее в большем количестве в органы, действительно в ней нуждающиеся. Такими органами являются работающие органы. Всякий орган во время работы усиленно снабжается кровью за счет других, неработающих органов.² Вот почему невыгодно и даже вредно заставлять работать одновременно несколько систем органов. Вредна, например, привычка нашей учащейся молодежи учиться во время еды, читать за едой книгу или вести серьезные разговоры, требующие усиленной работы мозга. Кровь в этот момент отливает к органам пищеварения вследствие усиленной работы этих органов под влиянием наполнения их пищей. Народная мудрость давно подметила это в поговорке: «сытое брюхо к учению глухо», т.-е. трудно учиться во время пищеварения.

Сосудодвигательные центры мозга. Наблюдения показали, что нервная система постоянно следит за состоянием просвета кровеносных сосудов. Содержа, как мы видели, в своих стенках достаточно нервных клеток и волокон, кровеносные сосуды в многом самостоятельны (автономны). Однако они находятся под постоянным влиянием центра в виде спинного и головного мозга. Из центров идут постоянно «приказы», поддерживающие кровеносные сосуды в состоянии некоторого напряжения. Стоит нарушить эту связь, перерезав нервы, идущие от сосудов к мозгу, и сосуды расширятся. Правда, это будет лишь преходящее явление. Со временем вступят в свои права местные «власти», и напряжение сосудов выравняется. Ближайшее наблюдение показало, что в нервной системе есть два вида нервных центров и нервных волокон: одни управляют сжатием сосудов, другие — их расширением. Поэтому говорят о суживающих и расширяющих нервных центрах и нервных волокнах или, попросту, нервах. Механизм

¹ Общее количество крови в организме нормального взрослого человека — всего около пяти литров.

² Это доказано многочисленными опытами и наблюдениями. Так, например, наблюдения на людях с недостатками в черепе, которые позволяли при жизни наблюдать оболочку, покрывающую мозг, обнаружили, что при мозговой работе сосуды оболочки мозга расширяются, т.-е. увеличивается приток крови к мозгу за счет сужения кровеносных сосудов других областей тела.

действия этих нервов представляют в настоящее время так. Сосудосуживающие нервы являются нервами, заведывающими кольцеобразными мускулами кровеносных сосудов. Возбуждение этих нервов суживает мышечные кольца сосудов и таким образом сжимает самый сосуд. Сосудорасширяющие нервы не имеют своих аппаратов, при помощи которых они могли бы растянуть стенку кровеносного сосуда. Их действие сводят к торможению действия сосудосуживателей. Таким образом сосудосуживатели являются активными двигателями мышц сосудов, а сосудорасширители — только тормозителями действия нервов, суживающих сосуды. Их действие на стенку сосудов — не прямое, а косвенное. Центральных станций, управляющих состоянием просвета сосудов, в организме несколько. От просвета сосудов зависит многое в организме, и, понятно, нельзя было бы доверить управление таким важным делом одному какому-нибудь центру. Прежде всего, в самих сосудах существуют местные центры, как бы власть на местах, с очень ограниченными полномочиями, не выходящими за пределы небольшого участка данного сосуда. Затем, в спинном мозгу имеются нервные центры, управляющие кровеносными сосудами целой области. Еще выше, в продолговатом мозгу, имеется общий центр для всего организма. Наконец, и головной мозг, как мы видели при опыте над изменением объема руки во время счета или разговора, может влиять на состояние просвета кровеносных сосудов в любой области тела.

Симпатическая нервная система. Таким образом мы видим, что забота о состоянии просвета кровеносных сосудов — и, следовательно, о правильности снабжения кровью всех частей тела — разделена между центральными органами (спинной и головной мозг) и местными властями в виде групп нервных клеток, расположенных частью в самих сосудах и возле их, частью — вне спинного мозга, в виде цепочки нервных узлов, связанных ветвями друг с другом и с спинным мозгом. Эта часть нервной системы называется симпатической, или автономной, нервной системой. Ее задача, очевидно, — заведывание органами для разгрузки центральных частей нервной системы. Нашим физиологическим языком мы скажем, что симпатическая нервная система осуществляет более простые рефлексы, участвует в будничной, обычной работе органов.

Влияние симпатической нервной системы обнаруживается на состоянии просвета сосудов кроличьего уха. Если взять белого кролика с большими ушами, то на них хорошо видна сеть кровеносных сосудов. Перерезав на шее симпатический нерв, мы получим сильное расширение кровеносных сосудов уха.

Заболевания симпатической нервной системы у человека вызывают ряд серьезных расстройств. Случаи мигрени, когда ощущается сильная боль в половине головы, зависят от расстройств (возбуждения или, наоборот, паралича) симпатической нервной системы, управляющей просветом кровеносных сосудов кожи головы, лица и мозга этой области.

Движение кро-
ви по венам.

Кровь по артериям от сердца устремляется к органам вследствие мощного толчка, который она получает от сокращения мышц сердца. Этот запас силы расходуется по мере продвижения крови по артериям. Особенно много тратится силы на преодоление сопротивления во время тока крови по капиллярной сети. Пройдя капиллярную сеть, кровь обладает лишь ничтожной частью той силы, которую она получила, выйдя из левого желудочка.¹ Между тем, крови предстоит еще труднейшая задача вернуться по системе вен в сердце, часто против силы тяжести, снизу вверх, как это имеет место у человека. Что же облегчает движение крови по венам? Прежде всего — широта кровеносного ложа. Вен несравненно больше, чем артерий. Каждый может убедиться в этом, посмотрев на тыльную поверхность своей руки, под кожей которой видна целая сеть вен. Вторым механизмом, облегчающим ток крови по венам, является их расположение. Вены лежат или под кожей, или между мышцами. Сокращение мышц и натяжение кожи, сжимая легко поддающиеся сжатию сравнительно тонкие стенки вен, дают толчки, проталкивая кровь вперед. Ток крови всегда в одном направлении — именно к сердцу — обеспечивается наличием в венах клапанов, открывающихся в направлении к сердцу. Клапаны эти играют как бы роль ступенек лестницы, не давая крови течь обратно вниз. Самым мощным механизмом, облегчающим движение крови по венам, является присасывающая сила дыхательных движений. К ним мы обратимся в следующей беседе. Здесь же отметим, что главные вены (верхняя и нижняя полые вены) проходят на некотором расстоянии сквозь замкнутую грудную клетку. Расширение груди во время дыхания присасывает кровь в эти вены, обладающие слабыми, легко растяжимыми стенками. Вот почему при расстройствах дыхательных движений замечаются застои крови. Указанными особенностями кровообращения в венах объясняются также те неприятные ощущения, которые возникают в теле, особенно в конечностях, после более или менее продолжительного их бездействия. Всем известно, например, ощущение онемения и «ползания мурашек» в ногах обусловлено застоем крови и раздражением вследствие этого нервных аппаратов. Достаточно нескольких движений или поглаживаний (массажа), чтобы устранить это неприятное явление. Отсюда понятна роль

¹ Напомним, что кровь выходит из левого желудочка, обладая напором на стенки сосудов, способным поднять ртуть в манометре на 200—180 мм. В венах это давление на стенки измеряется всего лишь 10 мм ртутного (манометрического) столба. У устья больших вен, при впадении их в сердце, эта величина переходит даже в отрицательную (— 4 мм), т. е. кровь здесь не может поднять ни одного миллиметра ртути в манометре: ее давление на стенки меньше давления атмосферы.

и значение движений и физических упражнений, как, например, бег, гребной спорт, плавание, гимнастика, массаж и т. п. Все они способствуют правильному току крови по организму, устраняя вредное влияние застоев крови в венах. Обратим внимание на то, что именно застои венозной крови особенно опасны, так как венозная кровь, идущая от органов, перегружена продуктами отбросов клеток, часто ядовитыми для организма. Чем скорее такая кровь вольтется в сердце, а оттуда будет направлена в специальные органы для ее очистки, тем для организма будет выгоднее, — меньше возможности для отравления продуктами отброса собственных клеток. Понятно, всегда выгоднее поскорее и подальше увозить мусор и другие отбросы.

Лимфа. Выше мы видели, что кровь только пронесится мимо клеток, оставаясь в системе капилляров.

Клетки таким образом омываются не кровью в собственном смысле слова, а лишь той частью кровяной плазмы, которая просачивается сквозь стенки капилляров. К этой части кровяной плазмы присоединяются продукты жизнедеятельности самих клеток. Все, вместе взятое, образует так называемый **клеточный сок**, или **лимфу**. В лимфе как бы купаются клетки организма. Для оттока лимфы из органов имеются особые **лимфатические сосуды**. Они, как и вены, имеют клапаны и отличаются также тонкостью своих стенок. Лимфатических сосудов очень много. Наглядный пример многочисленности лимфатических сосудов показывает рис. 34, изображающий лимфатические сосуды головы.

Скорость движения лимфы не велика.¹ Механизмы, влияющие на отток крови по венам, влияют и на ток лимфы. Из лимфатических сосудов данного органа лимфа собирается в общие стволы, главные лимфатические сосуды, которые у человека лежат у позвоночного столба и открываются своим устьем в венозную систему недалеко от места впадения ее в сердце. Таким образом на лимфатическую систему можно смотреть как на побочное русло венозной системы. Особенность лимфатических сосудов состоит в том, что на их пути встречается большое число образований, известных под названием **лимфатических желез**. Они представляются в виде небольшого плотного комочка, сероватого цвета. Состоят они из клеток, очень похожих на белые шарики крови. Лимфатические железы играют роль **очистителей лимфы**. Это—своего рода фильтры, задерживающие посторонние частицы. Так, например, в лимфатических железах легких можно найти вдыхаемую с воздухом пыль, частицы угля и т. п. Если в организм, например, где-нибудь сквозь царапину на коже попадают микробы, они должны

¹ Примерно в 1000 раз медленнее скорости тока крови.

предварительно пройти через ближайшие фильтры — лимфатические железы. Вот почему обычно лимфатические железы, расположенные вблизи раны или загрязненной царапины, опу-

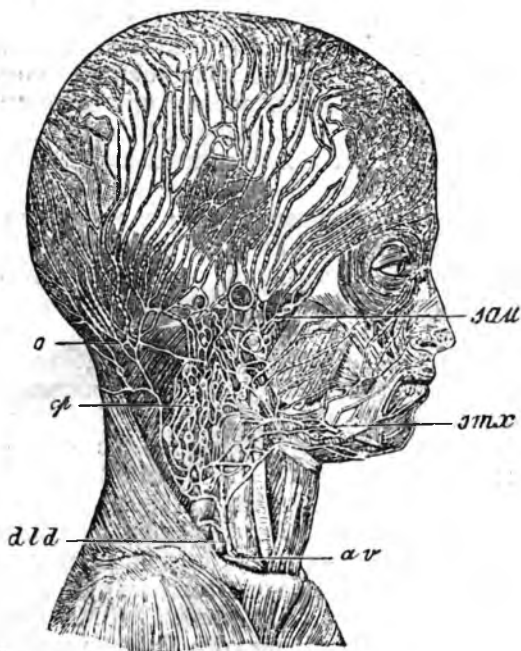


Рис. 34. Лимфатические сосуды головы. На шее видна целая сеть желез. При туберкулезе лимфатической системы, когда туберкулезная палочка поселяется в лимфатических железах (так называемая «золотуха»), шейные железы распухают и нагнаиваются.

хают, увеличиваются в объеме: здесь идет борьба. Железы не пускают дальше в организм вредные вещества. Лимфатические железы составляют один из аппаратов защиты организма от вредных веществ. ¹

¹ Собаки после удаления большинства лимфатических желез оказывались более подверженными различным заболеваниям по сравнению с нормальными собаками,

V.

ФИЗИОЛОГИЯ И ГИГИЕНА ДЫХАНИЯ.

Органы дыхания. — Общий план устройства. — Дыхательное горло. — Легкие, их устройство. — Жабры. — Механизм дыхательных движений. — Влияние нервной системы. — Дыхательный центр. — Как надо дышать. — Носовое и ротовое дыхание. — Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. — Изменение воздуха в легких. — Каким требованиям должен удовлетворять вдыхаемый воздух. — Гигиена дыхания. — Вентиляция жилищ. — Стопление. — Сырость помещений и ее значение. — Лечение на курортах. — Курорты морские, степные и горные. — Города - сады.

План устрой- С кровеносной системой тесно связаны органы
ства органов дыхания, в которых, как всем известно, кровь
дыхания. нагружается необходимым для организма кисло-

родом, отдавая излишек углекислоты и других веществ, лишних для организма. Органы дыхания у высших животных начинаются собственно полостью носа, через который поступает вдыхаемый воздух. Отсюда он проходит в заднюю часть полости рта, где открывается так называемое дыхательное горло, или трахея. Это — трубка достаточно широкого просвета, построенная из плотной, хрящевой ткани. Трахея расположена по всей длине шеи. Далее она спускается в грудную полость, где делится на две ветви, называемые б р о н х а м и. Брон-

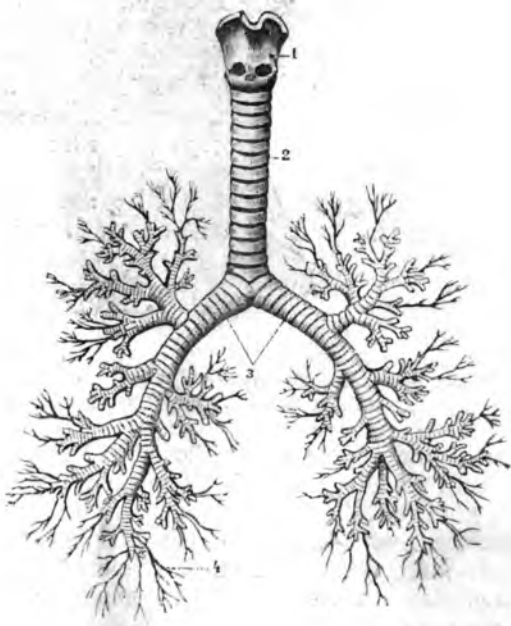


Рис. 35. Трахея, и деление ее на два бронха и на мельчайшие бронхи.

хи идут — к правому и левому легким. Бронхи делятся постепенно на все более и более мелкие трубочки. Самые малые бронхи оканчиваются небольшим пузырьком. Все строение легкого таким образом похоже на гроздь винограда, где

ветви напоминают бронхи, а ягоды — конечные пузырьки. Пузырек этот состоит из эластической ткани и сети кровеносных сосудов, по которым движется кровь, пришедшая из правого желудочка и возвращающаяся в левое предсердие. Вся внутренняя поверхность легочного пузырька выстлана слоем клеток, похожих на плоский эпителий. Таким образом в легочном пузырьке кровеносная капиллярная сеть отделена от наружного воздуха лишь двумя слоями клеток: слоем эндотелия капилляров и слоем клеток легочного эпителия. Ткань легких, состоящая из сети кровеносных сосудов и пузырьков, содержит всегда много воздуха. Она рыхла, мягка, напоминает ткань губки. Ткань легкого

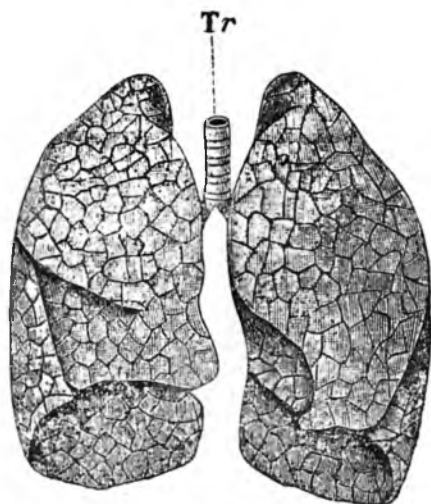


Рис. 36. Дыхательные пути. Трахея (*Tr*) и легкие.

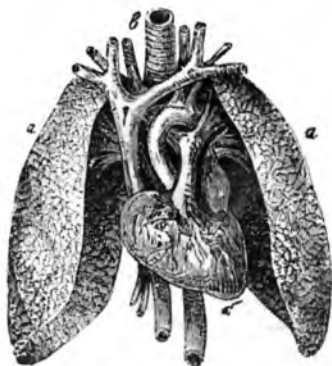


Рис. 37. Взаимное расположение сердца (*б*), легких (*а*) и больших кровеносных сосудов (*в*).

легко подвергается действию вредных веществ (например газов). Она очень слаба в борьбе с микробами и легко становится их добычей. Всякого рода раны и язвы легких очень опасны, так как, при богатстве легких кровеносными сосудами и при постоянном их сжатии и расширении, рана или язва легко может дать обильное кровотечение и даже причинить смерть от потери крови. Расположены легкие в виде пары органов в грудной полости, как это видно на рис. 37, окружая сердце. Грудная полость замкнута и нигде не сообщается с наружным воздухом. Снизу она отделена от брюшной полости перегородкой мышечного характера. Это — так называемая *г р у д о б р ю ш н а я п р е г р а д а*, или *д и а ф р а г м а*. С боков грудную клетку ограничивают ребра, сзади — позвоночный столб, сверху проходят трахея, сосуды и нервы. Промежуточное пространство

заполнено соединительной тканью. Внутренняя поверхность грудной клетки выстлана листком, состоящим из соединительной ткани. Это — так называемая п л е в р а. Плевра выстлана клетками, сходными с эндотелием сосудов и также способными к захватыванию посторонних веществ. Таким же листком плевры выстлана и наружная поверхность легких. Между обеими листками плевры имеется щель, наполненная лимфой. Благодаря этому движения легких значительно облегчаются.

Движения легких.

Движения легких происходят пассивно. Сокращением группы так называемых дыхательных мышц приподнимаются ребра и грудная кость. Это обуславливает расширение грудной полости. К этому присоединяется еще понижение высоты стояния (купола) диафрагмы, которая, сокращаясь, понижается и увеличивает таким образом объем грудной клетки. Ткань легкого, будучи эластичной, следует за движениями стенок грудной клетки, стремясь заполнить ее. Это движение легких обусловлено тем, что, как показали измерения, давление на стенку легкого внутри — из легочного пузырька — больше, чем со стороны грудной полости. Это давление как бы стремится прижать легочный пузырек к грудной клетке. Понятно, что, по мере расширения грудной клетки, легочный пузырек будет стремиться следовать за стенкой грудной клетки и станет расширяться, присасывая воздух из бронхов. Так происходит вдыхание. При выдыхании происходит обратное явление, — уменьшение объема грудной клетки, что влечет за собой спадение легкого и выталкивание содержимого воздуха наружу.

Ветвистый путь бронхов имеет важное значение в экономике дыхания. Если бы в легкие вел прямой и широкий путь, организм был бы всегда под угрозой получить при дыхании воздух с резкими колебаниями состава и свойств. Для организма было бы очень опасно, если бы внутрь его в легкие прямо снаружи ворвалась, например, струя холодного или горячего и сухого воздуха. Извилистость пути от полости рта и носа к легочным пузырькам обеспечивает организму постепенное, медленное проникновение наружного воздуха в глубину легких, к легочным пузырькам. Быстро и резко меняется во время дыхания лишь воздух верхних отделов дыхательного аппарата. В глубине же легких, в легочных пузырьках, происходит спокойное, медленное обновление воздуха. Просачиваясь сюда из верхних отделов, он постепенно замещает газы легочных пузырьков. Диффузия, т.-е. проникновение введенного наружного воздуха в воздух глубоких частей легкого, играет здесь важную роль. Таким образом легочный пузырек — самая слабая, нежная часть дыхательного аппарата — защищен от резких влияний вдыхаемого воздуха.

Состав выдыхаемого и выдыхаемого воздуха. Что же происходит в легких с выдыхаемым воздухом? На этот вопрос нетрудно ответить. Стоит лишь сравнить состав атмосферного воздуха с воздухом выдыхаемым, побывавшим в легких.

Состав атмосферного воздуха нам хорошо известен. Он подвержен сравнительно небольшим колебаниям. По объему каждые 100 частей воздуха содержат 21 объем кислорода, 79 объемов азота и 0,03 объема углекислоты (CO_2).¹ Количество водяных паров колеблется в широких размерах в зависимости от температуры воздуха. Чем воздух теплее, тем и паров воды в нем будет больше. С понижением температуры часть водяных паров оседает в виде воды.² Выдохнутый воздух, побывав в легких, оказывается значительно богаче углекислотой (до 4%) и несколько беднее кислородом (всего около 16%). Водяных паров в нем также гораздо больше, чем в атмосферном воздухе. Это зависит от того, что выдыхаемый воздух нагревается, побывав в организме.

От чего же произошли указанные изменения? Откуда взялась углекислота, и куда делся кислород? Ответ на эти вопросы мы получим, сравнив состав крови, притекающей к легким из правого желудочка сердца и оттекающей от них в левое предсердие. Оказывается, что, пройдя через легкие, кровь обогащается почти на 7% кислородом и теряет около 6% своей углекислоты.

Обмен газов в легких. Ясно, что в глубине легких, в легочных пузырьках, происходит обмен газами между воздухом и кровью. Кровь протекает по капиллярной сети в стенке легочного пузырька и отделена от воздуха лишь тонкой перепонкой, состоящей из стенки капилляра и слоя клеток, выстилающих внутреннюю поверхность легочного пузырька (так называемый легочный эпителий). При таких условиях высокое напряжение кислорода воздуха, при более низком напряжении кислорода в протекающей крови, обуславливает проникновение части кислорода воздуха сквозь стенку капилляра в кровь, где он улавливается гемоглобином. Для углекислоты имеются как-раз обратные условия. Ее много в протекающей крови и сравнительно мало в воздухе легочного пузырька. Вследствие этого углекислота, в силу общеизвестных законов физики и химии, будет выходить из крови и поступать в воздух легочного пузырька. Отсюда CO_2 постепенно проникает (диффундирует) в верхние части дыхательных путей и, наконец, выдыхается наружу.

¹ Недавно открытые газы, как аргон, неон и др., повидимому, не играют роли в дыхании.

² Это всякий знает по опыту. Стоит направить струю выдыхаемого (нагретого в организме) воздуха на стекло окна, чтобы тотчас же заметить, как часть паров оседает в виде капелек воды.

Дыхание при
понижении да-
вления.

Современные условия жизни ставят иногда людей в необходимость работать при пониженном давлении, в разреженном воздухе, или, наоборот, при повышенном давлении, в кессонах. С более или менее резким понижением давления человек встречается при поднятии на высокие горы или при полетах на аэропланах. Опыты на животных показали, что они довольно легко переносят понижение давления на треть и даже на половину по сравнению с нормальным атмосферным давлением. Животные не обнаруживали резких расстройств, не считая учащения дыхательных движений и деятельности сердца при давлении в 500 и даже в 380 миллиметров ртутного барометрического столба¹. Такой же результат получался у авиаторов при подъемах на высоты 3 000 — 6 000 метров². Только при понижении давления до 250 мм и ниже, или при подъемах выше 8 000 метров наблюдаются расстройства, свидетельствующие об ослаблении деятельности нервной системы.³ В настоящее время при подъемах свыше 8 000 метров авиаторов снабжают приспособлениями для вдыхания кислорода из особых сосудов. При таких условиях можно безопасно подниматься на высоты в 10 — 12 000 метров. Самые высокие населенные места в горах расположены на высоте 5 000 метров.⁴ Нужна некоторая привычка для жизни в горах. Жители долин, при переходе в горы, страдают расстройствами, зависящими от разрежения воздуха. На умеренных высотах расположены санатории, куда направляют больных. Целебность горного воздуха зависит от его чистоты, прохлады и от разреженности. Дыхание разреженным воздухом вызывает повышение деятельности дыхательных органов и ускорение сердцебиений. Это обуславливает л у ч ш е е п р о в е т р и в а н и е легких, повышение обмена газов и усиление кровообращения. Кроме того, как показывает опыт, пребывание в горах — соединенное, понятно, с отдыхом — вызывает повышение аппетита, усиление питания и увеличение деятельности органов, обновляющих нашу кровь. Понятно, что горный воздух не для всех одинаково полезен. В выборе санатории на той или иной высоте в горах или на берегу моря необходим совет врача.

Работа в кес-
сонах.

При работах на дне рек приходится устраи-
вать особые камеры (кессоны), куда для вытес-
нения воды приходится нагнетать воздух и рабо-

¹ Напомним, что нормальным атмосферическим давлением считается давление воздуха на уровне моря при 0°. Это давление равно 760 мм ртутного столба в барометре.

² Километр (= 1 000 метров) почти равен версте.

³ Повидимому, причина лежит в недостатке поглощения кислорода, к которому особенно чувствительна нервная ткань.

⁴ На высоте 5 850 м над уровнем моря расположена одна из станций, изучающая погоду.

тать при повышенном давлении¹. Опыты показали, что без вреда для здоровья работающих нельзя повышать давление выше пяти атмосфер. Причина вредного влияния сжатого воздуха состоит в ядовитости при этих условиях кислорода. Кислород при известной степени напряжения становится ядом для организма.² Однако бывали случаи заболеваний и даже смерти и при гораздо более низком давлении, например, около 3—4 атмосфер. Изучение этих случаев обнаружило, что причина лежала в слишком быстром переходе рабочих от нормального давления к повышенному и обратно. При быстром переходе от повышенного давления в кессоне к нормальному кровь немедленно освобождает поглощенные ею в увеличенном количестве во время пребывания в кессоне газы,— главным образом азот. Азот, выделяясь в виде мелких пузырьков, закупоривает небольшие артерии и капилляры и тем самым прекращает приток крови к важнейшим для жизни нервным центрам. В настоящее время при работах в кессонах принят ряд мер, сводящихся к тому, что рабочие не сразу входят в кессон и не немедленно по окончании работ покидают его. Предварительно они проходят через особую камеру, где осуществлен постепенный переход от кессонных условий к нормальным и обратно.³

**Влажность
воздуха.**

Кроме давления, имеет громадное значение температура, влажность и состав воздуха. Влажность воздуха, т.е. содержание в нем водяных паров, зависит от степени его нагретости. Чем теплее воздух, тем он больше содержит влаги. Влажный воздух лучше проводит тепло. Вот почему в влажном воздухе, например в сырых помещениях, мы скорее и больше охлаждаемся, чем в сухом воздухе. В влажном воздухе наше тело теряет больше тепла, чем в сухом.⁴ Вот, между прочим, чем вредны сырые квартиры.

¹ При погружении кессона, т.е. подводной камеры, на 10,3 метров вглубь, приходится повышать в ней давление на 1 атмосферу.

² При таких условиях кислород вызывает смерть при явлениях судорог, т.е. признаках раздражения нервной системы.

³ При прорытии туннеля под рекой Эльбой у Гамбурга (Германия) в 1909—10 гг., повышение давления на 1 атмосферу происходило в течение 20 минут. За это время организм успевал приспособиться к новым условиям. Так же постепенно совершался переход от кессона к нормальному давлению.

⁴ Все знают, что организм легче переносит сухой воздух, чем сырой. В сыром воздухе тело наше теряет много тепла при посредстве лучеиспускания и теплопроводности. Оттого мы скорее мерзнем в сыром помещении. Слишком высокие температуры тоже лучше переносятся, когда мы окружены сухим воздухом, чем влажным. Все знают, как тяжел насыщенный парами воды воздух в бане и как сравнительно легко перенести даже горячий воздух в степи.

Значение составных частей воздуха. Озон.

Для нормального дыхания необходим, понятно, чистый воздух нормального состава. Кислорода, этой важнейшей составной части воздуха, при более или менее нормальных условиях всегда достаточно. Интересна особенность кислорода — под влиянием особых условий давать так называемый озон, представляющий из себя соединение трех атомов кислорода вместо обычных двух. Озон придает воздуху ту особую оживляющую свежесть, которой отличается лесной воздух и воздух приморских местностей. Запах озона знают все, кто работал с электрической машиной, дающей ток высокого напряжения, при чем между полюсами проскакивают электрические искры. При этом развивается значительное количество озона. От озона сравнительно легко отщепляется один атом кислорода, который немедленно вступает в соединение с различными веществами. От этого зависит способность озона обеззараживать воздух, разрушая органические вещества и убивая микробов¹. Местности, воздух которых богат озоном, считаются особенно здоровыми.

Азот.

Азот, составляющий четыре пятых по объему воздуха, играет, повидимому, лишь пассивную роль в дыхании. Он лишь умеряет действие кислорода. Все знают из химии опыт горения в атмосфере чистого кислорода. Кто не видел, как едва тлеющая в воздухе спичка — в атмосфере чистого кислорода вспыхивает ярким пламенем и быстро сгорает? Так же быстро «сгорели» бы и все мы, если бы вокруг нас был чистый кислород. Азот, разбавляя кислород, умеряет его действие. Отсюда азот и получил свое совершенно несправедливое прозвище.²

Углекислота (CO₂).

Следующей постоянной составной частью воздуха является угольная кислота (CO₂). В внешнем воздухе редко бывает больше 0,03% углекислоты. В городах встречаются случаи, когда количество углекислоты доходит до 0,05—0,08%. В замкнутых помещениях, после, например, массовок и собраний большого числа людей, количество углекислоты может дойти до 1%.³ Чистая углекислота в указанном количестве не является вредной для организма. Достаточно вспомнить, что в крови у человека находится от 40 до 49% углекислоты. Опыты показали, что можно дышать воздухом, содержащим до 4% углекислоты. Вред испорченного

¹ Озоном пользуются для уничтожения микробов в воде.

² Азот — в переводе — значит: неспособный поддерживать жизнь. Дальше мы узнаем, что именно без азота невозможна жизнь. Главная составная часть нашей пищи — белки — представляют собою соединения, содержащие азот.

³ На земном шаре есть пещеры, где воздух содержит больше углекислоты. В погребах ее скопляется иногда до 8%.

воздуха замкнутых помещений, как, например, плохо проветриваемых казарм, ночлежек и т. п., зависит не столько от накопления углекислоты, сколько от примеси к воздуху различных летучих веществ, образующихся от разложения пота, грязи на коже, веществ, пропитывающих наше платье, обувь и, может-быть, от продуктов, выделяемых с выдыхаемым воздухом. Углекислота только сопутствует этим веществам и служит показателем степени испорченности воздуха. Так как углекислоту не трудно уловить из воздуха и определить ее количество, то по накоплению ее и судят о степени испорченности воздуха.

Кроме перечисленных нормальных составных частей воздуха, к нему могут примешиваться те или иные вредные газы. В минувшую войну к делу истребления людей призвана была, в числе прочих наук, и химия. Вы знаете, что способ отравления воздуха ядовитыми газами приобрел широкое распространение. Нетрудно предвидеть, что в грядущих войнах этот вид оружия будет применен еще шире. Широко пользовались хлором, как более дешевым газом. Хлор вреден тем, что разрушает живые ткани. От него спасались особыми аппаратами (масками) для дыхания, в которых вдыхаемый воздух пропускается предварительно через слой угля. Уголь поглощает все газы.

Не менее опасной является примесь к воздуху различного рода посторонних частиц в виде пыли. Не мало влияет на загрязнение воздуха наших жилищ обычай украшать его коврами и занавесками на дверях и окнах из толстой мохнатой материи. Все это служитместилищем пыли и грязи. Часто чистить — не под силу среднему гражданину, перегруженному работой. Чистка, обычно практикуемая хозяйками перед праздниками, влечет за собой в сущности лишь загрязнение воздуха жилищ, так как осевшая на занавеси за несколько месяцев пыль, при снятии их или обметании, поднимается в воздух и загрязняет его. Следовало бы подумать об изменении способов украшать наши жилища. Не отказываясь от уюта, который придают комнате занавеси на дверях и окнах, следовало бы делать их из более легких материй, которые бы не вбирали в себя столько пыли и которые легко было бы мыть. Полотно, например, является прекрасным материалом для занавесей. При художественном чутье его можно расшить узорами или покрасить и разрисовать, и комната будет выглядеть даже лучше, чем при тяжелых пыльных занавесках обычного надоевшего типа и рисунка.

Ковры также лучше заменить линолеумом, клеенкой или часто моющимися дорожками.

Многие производства и ремесла связаны с образованием в помещении значительного количества пыли, особенно вредной для здоровья. Всем известны примеры. Сюда относятся

набойные литейные мастерские, табачные фабрики, типографии с их свинцовой пылью, и т. п.

Вентиляция. Понятно, что во всех этих случаях охрана здоровья трудящихся требует устройства специальных аппаратов, предохраняющих воздух от загрязнения, и снабжения рабочих особыми приборами для предохранения их организма от попадания вредной пыли. Вред от пыли ясен сам собою. Нежная ткань наших легких легко повреждается более или менее твердыми частицами пыли (как, например, металлические опилки, кусочки дерева щепня и т. д.). На раненых местах могут укрепиться часто находящиеся в воздухе с пылью и вредные микробы, как, например, туберкулезные. Частая, сравнительно, заболеваемость болезнями легких жителей городов и фабричных рабочих во многом зависит от невнимания к чистоте воздуха.

В наших домах, при обычной обстановке, мы можем многое сделать в направлении поддержания чистоты воздуха. Для этого надо лишь побольше внимания. Надо не загрязнять воздуха, поднимая пыль во время подметания полов. Необходимо смачивать щетки и метелки или, еще лучше, посыпать пол опилками (мокрыми) или испытан чаем. Надо тщательно проветривать воздух, открывая форточки или устраивая так называемые вентиляторы. Хорошо устроенная, откидная сверху вниз, форточка является в большинстве случаев достаточным вентилятором. Где можно, лучше устраивать вентиляторы с вращающимся лопастным колесом внутри. Это создает тягу воздуха из жилища, и разбивает в мелкие струи волну входящего воздуха, и тем предохраняет нас от простуды. Еще лучше, понятно, если вентиляция соединена с отоплением, там, где оно печное. В этих случаях наружный воздух вводят по особому каналу в печку, — в канал вокруг нагретого слоя кирпичей. Воздух здесь нагревается и в теплом виде поступает равномерно в комнату. Испорченный воздух при этом способе удаляется во время топки через печку, уносясь со струей горячего воздуха через трубу вместе с продуктами сгорания топлива. Печи и камины в этом смысле являются мощными вентиляторами.

Значение чистого и свежего воздуха не нуждается в разъяснении. Каждый знает по личному опыту, какое освежающее влияние оказывает, например, сон на открытом воздухе или в хорошо проветриваемой комнате. При этих условиях достаточно несколько часов сна, чтобы проснуться бодрым и отдохнувшим. Сравните с этим ощущение после ночи, проведенной в небольшой, низкой комнате с ее спертым, жарким воздухом. Даже длительный сон при таких условиях не дает необходимого освежения!

**Способы дыха-
ния; дыхание
носом.**

Важное значение имеет также способ дыхания. В легкие ведут два пути: один — через нос, другой — через рот. Как лучше дышать: ртом или носом? Непродолжительное рассуждение должно склонить нас в сторону преимущества носового дыхания. В самом деле, через рот дорога к легким слишком коротка. Воздух может не успеть очиститься от пыли и нагреться до необходимой температуры. При носовом дыхании воздух проходит предварительно длинный и извилистый путь по носовым ходам. Здесь он имеет возможность нагреться, так как оболочка, выстилающая полость носа, обильно снабжена кровеносными сосудами, несущими горячую кровь. Поверхность оболочки носа покрыта слизью и влагой, содержащей хлористый натр, что дает возможность воздуху насытиться водяными парами с примесью хлористого натра. Наконец, слизь же обуславливает очищение воздуха от пыли, которая пристаёт к слизи и затем удаляется движением отростков мерцательного эпителия, выстилающего полость носа. Итак, в носу воздух нагревается, увлажняется и очищается. Отсюда необходимость тщательно следить за чистотой носа. Надо промывать его ежедневно утром и вечером и после работы в пыльном помещении. При малейших затруднениях дыхания носом необходимо обращаться к врачу.

Дикие люди давно уловили влияние дыхания носом на развитие организма. Индейцы подвязывают дощечки под подбородок детям, чтобы заставить их дышать носом.

**Лечение
климатом.**

На влиянии чистого воздуха основаны способы лечения больных климатом. Значение этого способа выясняется все более и более. Как на пример, укажем на всемирно известные санатории для легочных больных в Швейцарии, в горах, на высоте около 700 метров над уровнем моря. В этой санатории больные проводят целые дни на открытом воздухе. Некоторые из больных проводят время без платья, в одних трусиках. Целебные свойства горного чистого воздуха позволяют такой образ жизни, особенно в дни, когда нет ветра. В последнее время для укрепления организма людей заставляют проводить в таком виде без платья весь день. Даже школы в этих санаториях устроены на открытом воздухе. Можно видеть школьников и учителей, сидящими за скамейками на снегу в одних поясах (трусиках). Такой способ лечения и укрепления организма, понятно, пригоден не везде и не для всех. Он интересен, помимо своего лечебного значения, тем, что разрушает предрассудок о слишком легкой простуде и о необходимости кутаться и беречься свежего воздуха. Все дело — в зараженности воздуха и в неспособленности организма. С детства правильно развившийся организм не должен бояться свежего чистого воздуха!

Не всегда, конечно, посылают больных в указанные условия. Нередко предпочитают берег моря с его влажным мягким климатом. Иногда, наоборот, их отсылают в жаркие степи, где больной сильно потеет и много пьет, как бы усиленно промывая свой организм. В иных случаях больных помещают в горы, держа их на солнечных лучах (солнечные ванны). Благоприятные влияния на организм климатических условий во многом еще не выяснены, и врачи руководятся здесь чаще опытом, чем вполне точными знаниями.

**Микробы
воздуха.**

В заключение нам хотелось отметить опасность от загрязнения воздуха микробами. Воздух является одним из путей проникновения к нам в организм заразного начала. Вдыхая грязный, пыльный воздух, мы можем ввести в легкие, в нос и в горло немало вредных микробов. Так происходит заражение дифтеритом и разными так называемыми ангинами (воспаление желез у входа в горло).

Воспаление легких, различные бронхиты, не дающие нам подчас спать, вызывая удушьящий кашель, и другие болезни, куда надо отнести и бич человечества — туберкулез, относятся к разряду болезней, распространяемых при посредстве воздуха. Правда, попав в воздух, микроб рискует быстро подвергнуться вредному влиянию высыхания. Вероятно, таким образом и гибнет масса микробов. Однако, не всем микробам так опасна сухость воздуха. Туберкулезный микроб, — обладая оболочкой, построенной из веществ, напоминающих по своим свойствам воск, — противостоит высыханию и месяцами может оставаться в сухой пыли, сохраняя свои губительные свойства. Надо тщательно следить за чистотой воздуха, оберегая его от микробов. Мойка полов специальными веществами, убивающими микробов, — как например, горячим мыльным раствором с примесью карболовой кислоты, — протирание скипидаром, керосином и т. п., — являются хорошим предохранением от загрязнения воздуха. Надо бросить привычку плевать на пол. Слюна, засыхая, превращается в пыль и может заразить воздух различными содержащимися в ней микробами. Плевать надо в особые плевательницы. После каждого случая заразной болезни, где можно подозревать летучую заразу, надо тщательно очищать воздух, распыляя убивающие микробы вещества и проветривая помещение, где лежит больной. По окончании болезни необходимо подвергнуть обеззараживанию (дезинфекции) все помещение, чтобы быть обеспеченным от загрязнения воздуха и других предметов домашней обстановки. О способах обеззараживания помещений мы уже говорили.

Топка печей.

Часто порча воздуха в помещениях зависит от невнимательного надзора за топкой печей. При сгорании топлива образуется ряд газообразных продуктов, кото-

рые вредно влияют на организм. Среди них особенно ядовита так называемая окись углерода (CO), или попросту — угарный газ. Этот газ отличается от известной уже нам сравнительно мало ядовитой уголекислоты тем, что он беднее ее на один атом

Угар.

кислорода. Угарный газ уже в небольшом количестве способен вызвать резкие признаки отравления, а в сколько-нибудь значительных примесях к воздуху может быть даже причиной смерти. В комнаты угарный газ попадает обычно из печки, если труба закрыта прежде времени, когда угли горят еще синевато-голубым пламенем. Это пламя и является характерным признаком наличия угарного газа. Пока это пламя есть, нельзя закрывать трубы. В некоторых местностях (например, в Сибири) существует обычай проделывать ход в самый центр печки, — туда, где горит топливо. По закрытии трубы открывают указанный канал и пускают в помещение «горячий дух». Ясно, что с этим обычаем надо бороться. Пусть в этом горячем духе не будет вовсе или в ничтожном количестве угарный газ, все же содержимое воздуха печки не есть тот свежий воздух, которым мы должны дышать. В помещении надо заботиться о теплоте воздуха, но не надо ради этого портить воздух продуктами сгорания топлива. Печь надо строить так, чтобы ничего из продуктов сгорания не попадало в помещение. Внутренность печи надо тщательно изолировать. Для нагревания воздуха полезно делать канал в о к р у г п е ч и, который нигде бы не соединялся с внутренностью топки.

Вредное действие перечисленных газов, — кроме того, что, поступив в кровь, они могут разрушить драгоценные для нас части крови, как, например, красные кровяные шарики, — сводится к помехе им исполнять свою роль в деле снабжения клеток и тканей кислородом. Составная часть красного шарика — гемоглобин, — являющаяся посредником в этом деле, в случае попадания в кровь указанных газов, например окиси углерода, соединяется с этим газом, и кислороду уже нет места в кровяном шарике. Клетки и ткани не получают нужного им кислорода. Отсюда и вредные последствия, которые сводятся к ослаблению, а иногда и вовсе к прекращению деятельности клеток. Не получая нужного им кислорода, клетки как бы объявляют забастовку, прекращая или ослабляя свою деятельность. К счастью, соединение окиси углерода с гемоглобином не прочно, и при доступе достаточного количества кислорода окись углерода может быть вытеснена из гемоглобина кислородом. Вот почему угоревших и вообще отравленных газами надо немедленно переносить на свежий, чистый, открытый воздух или давать им дышать чистым кислородом.

**Морской
воздух.**

Из сказанного о физиологии дыхания и значения состава воздуха ясным становится благотворное влияние, например, морского воздуха. Во многих случаях продолжительные морские путешествия вылечивали расстройства легких, длившиеся годами и поддерживавшиеся пылью и загрязненностью городского воздуха. Чистый, свободный от пыли, насыщенный парами воды и солью, воздух моря во многих случаях является лучшим целебным средством при многих болезнях дыхательных органов, как, например, удушье (нервное) или воспаление бронхов, обуславливающее кашель и затруднение дыхания.

За чистотой воздуха должен следить каждый. Это — его обязанность по отношению к себе, и к другим, менее сознательным людям. Мы часто портим воздух от невнимания к его чистоте. Достаточно немного внимания, и можно предупредить много бед, происходящих от порченного и загрязненного воздуха.

Города-сады.

Понятно из сказанного, какое значение имеет пропаганда городов-садов. Наши современные города напоминают собой в большом масштабе тюрьмы. Многие граждане обречены с раннего детства проводить время или в душных помещениях, или, в лучшем случае, во дворах больших многоэтажных домов, — в своего рода каменных мешках. В этих колодцах нет вентиляции воздуха. Испорченный воздух помещений, помойных ям и мусорных ящиков остается на дне дворов-колодцев, где обычно играют наши дети. На западе во многих городах, например в Германии, давно обращено было внимание на это, и запрещалось застраивать площадь сплошь четырехугольником. Там (например, в Мюнхене в новых кварталах) требовалось обязательно, чтобы дома не строились сплошь, и чтобы между ними были промежутки, засаженные зеленью. Это необходимо развивать и перейти к системе построек небольших домов, окруженных деревьями. Тогда только наши жилища снабжены будут чистым воздухом, а детвора будет иметь площадки для игр, где ее не будет отравлять воздух подвалов и мусорных ям.

**Дыхательный
центр.**

Чтобы закончить главу о дыхании, надо сказать несколько слов о регуляции дыхательных движений. Мы видели, что то, что мы называем вдохом и выдохом, является, в сущности говоря, результатом целого ряда согласованных сокращений различных групп мышц. Очевидно, должен быть какой-то регулятор, который бы объединял и согласовывал движения отдельных мышц для того, чтобы получить ту правильность ритма, которой отличается дыхание.

Поскольку дыхательные движения являются результатом сокращения мышц, то и нервными центрами, управляющими этими движениями, понятно, являются те группы нервных клеток,

которые управляют отдельными мышцами. Кроме этих отдельных центров, однако, имеется общий объединяющий центр, который находится в продолговатом мозгу.¹ Это — центр, дающий приказ дыхательным мышцам сокращаться. Что же побуждает этот центр, эту группу нервных клеток к работе? На этот вопрос сейчас еще нет вполне точного ответа. Наиболее вероятным представляется, что в момент выдыхания, когда дыхательные мускулы находятся в кратковременном покое, в крови накапливается не выясненное пока еще вещество,² являющееся возбудителем дыхательного центра. Действие этого центра вызывает сокращение дыхательных мышц. В результате имеет место вдыхание. Во время вдыхания легкие расширяются. Растяжение их влечет за собой раздражение окончаний ветвей блуждающего нерва, связывающих легкие с дыхательным центром. По этим ветвям к указанному центру идут волны возбуждения, которые тормозят деятельность дыхательного центра, что вызывает прекращение сокращений дыхательных мышц, и наступает выдыхание. Таким образом правильный ритм дыхания обусловлен: а) возбуждением дыхательного центра химическим составом крови во время промежутка между двумя вдохами и б) регулированием этой деятельности путем торможения с поверхности растянутых легких. Такова картина современного взгляда на происхождение дыхательного ритма.

Дыхательный центр подвержен целому ряду рефлекторных воздействий как со стороны высших отделов мозга (с головного мозга), так и с периферических частей анализаторов. Поясним примерами. Все знают, что при погружении в холодную воду, при купании в реке, первое, что мы испытываем, это — задержка дыхания на уровне вдоха: захватывает дыхание, как говорят. Теперь нам должно быть ясно, что это — рефлекс с поверхности кожи на дыхательный центр. В этом, между прочим, одно из благотворных влияний купания. С кожи при этом несутся возбуждения на дыхательный и на другие центры. Происходит как бы толчок, зарядка, своего рода встряска нервных центров, побуждающая их встрепенуться от застоя и спячки и заработать энергичнее. Кроме того, мы знаем, например, что дыхание резко меняется при так называемых душевных волнениях, т.е. от деятельности высших отделов мозга, мозговой коры.

¹ Мы не раз говорили о продолговатом мозге. Это — верхняя часть спинного мозга. Здесь заложено несколько важнейших для жизни нервных центров.

² До последнего времени эту роль приписывали CO_2 ; теперь склонны искать другие вещества в качестве возбудителей дыхательного центра.

VI.

ПИЩА И ПИТАНИЕ.

Обмен веществ между клетками и окружающей средой.—Значение пищи.— Состав организма.—Коллоидное состояние веществ в организме.—Пища и ее состав.

**Обмен
веществ.**

В отличие от так называемой мертвой природы, клетки как растительного, так и животного мира находятся в постоянном обмене веществами с окружающей средой. Каждая клетка — будет ли она жить самостоятельно в виде одноклеточного организма, или входить в состав органов и тканей высшего животного — постоянно воспринимает из окружающей среды различные вещества, перерабатывает их и выделяет обратно в ту же окружающую среду различные продукты, образовавшиеся во время этой переработки. Примеры мы уже видели: вспомним захватывание и **п е р е в а р и в а н и е** посторонних частиц белыми шариками крови; сюда же относится поглощение кислорода клетками и выделение углекислоты.

**Значение
пищи.**

В течение жизни в клетках происходят постоянно сложнейшие химические явления. Состав клетки постоянно претерпевает различные изменения. Сложные химические тела распадаются на более простые, при этом освобождается часть энергии, за счет которой и производится та или иная работа клетки. Для пополнения трат распавшихся веществ необходимо поступление веществ извне. Отсюда — необходимость питания, т.-е. восприятия веществ из внешнего мира. Это — первая задача питания: **с н а б ж е н и е** клеток веществами, за счет распада которых они могут совершать ту или иную работу. С этой точки зрения клетку можно сравнить с машиной, работающей за счет сгораемого в ней топлива. Роль топлива в живой машине играет пища. Однако живая машина, понятно, много сложнее самых совершенных искусственных машин. Живая машина должна сама себя чинить, и притом на ходу, не прерывая работы. Кроме того, она должна нагревать себя до определенной температуры. Ей необходимо охранять себя от врагов, так как у нее нет ухаживающего за ней механика. Живая машина должна сама себя чистить и — что еще труднее — приспособлять свою работу к постоянно меняющимся условиям как в внешнем мире, так и внутри организма. Для выполнения всего этого, особенно для починки истраченных веществ, клетка должна **п е р е р а б а т ы в а т ь** **п и щ е в ы е** вещества, перестраивая их в согласии со своими собственными нуждами. Дело в том, что встречающиеся

в природе пищевые вещества не всегда близки по своему составу к веществам, из которых построены клетки.

Организму приходится предварительно разрушать введенные пищевые вещества, чтобы из них уже построить нужные для тканей и клеток химические соединения. В этой перестройке введенных с пищей веществ и заключается весь смысл пищеварения.

Мы предполагаем, что читатель знаком с основным законом естествознания, который гласит, что энергия, т.е. способность произвести ту или иную работу, не производится клеткой, а всегда почерпается ею извне. Организм может лишь превращать энергию из одной формы в другую. Создавать же энергию он не может. Единственным известным пока источником энергии, которым пользуются растения и животные, является солнце. Энергия, заключающаяся в пищевых веществах, есть не что иное, как та солнечная энергия, которую уловило растение и превратило в химическую т.е. в ту форму энергии, которая обуславливает связь между собой отдельных частиц сложных химических веществ, входящих в состав растения. Питаясь растениями, животные разрушают эти сложные вещества на более простые. При этом освобождается энергия, которая и превращается организмом в другие формы, — например: в тепловую, электрическую, световую, энергию движения, нервную энергию. В этом смысле часто называют живые организмы трансформаторами, т.е. превратителями энергии.

**Химический
состав
организма.**

Чтобы сделать более понятным наше дальнейшее изложение, необходимо затронуть вопрос о составе нашего организма. Тогда обмен веществами между организмом и внешним миром станет яснее. В состав организма входит, прежде всего, вода, затем — различные соли и, наконец, сложные вещества, относящиеся к так называемым органическим соединениям: это — всем известные белки, жиры и так называемые углеводы. Многие ученые исследовали состав различных живых организмов. С этой целью живые организмы разрушают, и определяют по правилам химического анализа входящие в его состав вещества. Таким путем нашли, что в состав живого организма входят многие химические элементы.

Не входя в подробности этого вопроса, приведем таблицу главнейших элементов, обнаруженных в человеческом организме.

ТАБЛИЦА № 3
состава человеческого организма.

(На каждые 100,0 веса тела приходится).

Кислорода (O)	65,04
Углерода (C)	18,25
Водорода (H)	10,05
Азота (N)	2,65
Кальция (Ca)	1,40
Фосфора (Ph)	0,80

Калия (K)	0,27
Натрия (Na)	0,26
Хлора (Cl)	0,25
Серы (S)	0,21
Железа (Fe)	0,02
Цинка (Zn)	тысячные доли процента.
Кремния (Si)	
Алюминия (Al)	
Брома (Br)	десятитысячные доли процента.
Меди (Cu)	
Фтора (F)	
Иода (J)	
Марганца (Mn)	стотысячные доли процента.
Бора (B)	
Мышьяка (As)	
Свинца (Pb)	
Титан (Ti)	

Перечисленные элементы входят, как сказано, в состав нашего организма или в виде сложных веществ, или в виде сравнительно простых соединений — солей. Наиболее богат организм наш той солью, которую мы ежедневно употребляем в пищу под названием поваренной соли (NaCl). Это — натровая соль хлороводородной кислоты (HCl). Кроме этой соли, в организме имеется значительное количество солей калия. Теперь доказано, что соли эти являются как бы врагами, и в организме они обезвреживают друг друга. Калий необходим для многих химических явлений. В избытке он, однако, вреден, и натрий его обезвреживает. Кальций входит в состав наших костей, придавая им прочность. Железо играет особую роль, являясь посредником в деле снабжения организма кислородом.

В организме имеются характерные для него сложные органические — т.е. содержащие углерод — вещества в виде белков, жиров и углеводов.

Белки.

Примером белковых веществ является всем известный белок куриного яйца. Характерным свойством белков является способность их при повышении температуры переходить в твердое состояние. Все знают, что белок яйца свертывается при погружении его в кипящую воду. На этом основана варка яиц вкрутую.

Белковые вещества называются иначе **протеинами**. В их состав входят кислород, водород, азот, углерод и сера. В некоторых белковых телах содержится еще фосфор. Таковы белки мозга. Белок крови — гемоглобин — содержит железо.

Главнейшей и важнейшей составной частью белковых веществ является **азот**. Интересно отметить, что различные белковые вещества содержат почти одно и то же количество азота, именно около 16% (по весу). Это дает возможность сравнительно легко определить, сколько азота содержится в том или ином количестве белка. Для этого стоит лишь вес белкового вещества помно-

жить на 0,16.¹ Далее мы увидим, насколько это важно при определениях общего количества вводимого и выводимого из организма азота. Понятно, что можно переходить и обратно — от количества азота к количеству белковых веществ, в состав которых входит данное количество азота. Для этого надо помножить количество азота на 6,25,² и получим в весовых единицах то количество белковых веществ, которое может образоваться из данного количества азота. На практике, при изучении обмена веществ в организме, это дает возможность по количеству выделенного азота судить о том, какое количество белков при этом разрушилось в организме и сколько, следовательно, белков надо дать для пополнения трат организма. Частицы белковых тел очень сложны, и состав их в точности еще не установлен. Многочисленные анализы белков показали, что величина их частиц огромна. Так, например, частица одного из белковых веществ, входящих в состав белка куриного яйца, содержит, как минимум, не менее 810 атомов.³ Другие белки несомненно во много раз сложнее по строению своей частицы. При изучении белковых веществ, их приходится разрушать различными способами. При этом получен ряд химических веществ, относящихся к одной и той же группе. Это—вещества, представляющие из себя соединения как бы обломков аммиака и какой-нибудь органической⁴ кислоты. Чтобы изложение было яснее, приведем пример такого соединения. Разрушая белки, мы часто получаем вещество, названное гликоколом. Анализ его показал, что оно состоит из NH_2 , т.е. аммиака, лишенного одного атома водорода (H), и уксусной кислоты, утратившей также один атом водорода (CH_3COOH).⁵ Таким образом химическая формула гликокола будет: $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH})$. Такие химические соединения получили название а м и н о к и с л о т .⁶ Достаточно самого поверхностного

¹ Вычисление делается просто по уравнению:

A (количество белка) : X (количество азота) $= 100 : 16$;
отсюда

$$X = \frac{A \cdot 16}{100} = A \cdot 0,16.$$

² A (количество белка) : X (количество азота) $= 100 : 16$;
отсюда

$$A = \frac{X \cdot 100}{16} = X \cdot 6,25.$$

³ Примерно, формула этого белка выразится в следующем виде:
 $\text{C}_{250}\text{H}_{100}\text{N}_{67}\text{O}_{81}\text{S}_3$.

⁴ Кислоты, как известно из химии, делятся на органические, содержащие в своем составе у г л е р о д, и минеральные, не содержащие углерода.

⁵ Формула уксусной кислоты CH_3COOH .

⁶ Название составлено из обозначений входящих в их состав веществ (аммиака и кислоты).

знания химии, чтобы представить себе, что аминокислоты, содержа остаток аммиака,¹ должны быть носителями свойств щелочей, а включая в свой состав и частицу кислоты, в то же время не могут не обладать и некоторыми свойствами, присущими кислотам. Такие свойства белковых веществ очень важны в деле обмена веществ в организме. Благодаря этому, возможны те многочисленные и разнообразные химические превращения веществ, которые так характерны для химии организмов. Так как, разрушая различные белки, приходят к получению тех или иных аминокислот,² то в настоящее время установился взгляд на белковые вещества, как на состоящие из аминокислот. Выражаясь картинно, мы можем сравнить аминокислоты с отдельными кольцами цепи, а самую цепь — с белковым веществом. Как цепь составлена из соединения отдельных колец, так и молекула белка, по современным представлениям, состоит из сочетания отдельных аминокислот. Отсюда, обратно, соединяя отдельные аминокислоты друг с другом, мы можем рассчитывать получить искусственно в наших лабораториях белковые вещества. Идя такой дорогой, химия уже получила ряд интересных веществ, правда, еще далеко не во всем сходных с белками, но все же сильно приближающихся к ним по своим свойствам.³ Выше мы сказали, что при разрушении белков получено до 20 разных аминокислот. Подсчет того, какое количество различных белков можно получить для случая простейшего белкового тела, показывает, что, представляя себе все возможные перестановки отдельных частей в частице простого белка, можно получить такое количество разновидностей одного и того же белкового вещества, которое выразится числом с 35 нулями! Принимая во внимание, что в случаях сложных белков это число во много раз больше, легко себе представить, как должно быть велико количество различных белковых веществ.

Углеводы. Другие органические вещества, входящие в состав организма, проще по своему строению. Они состоят из углерода, кислорода и водорода. В некоторых из них,

¹ Напомним, что формула аммиака NH_3 .

² Аминокислот много. При разрушении белка получено до 20 разных аминокислот. Некоторые из аминокислот, как показали опыты, необходимы организму для его деятельности. В отсутствии некоторых аминокислот организм может погибнуть от неправильности химических явлений. Организм животных, повидимому, лишен возможности сам строить нужные ему аминокислоты из простых химических веществ. Он получает аминокислоты в готовом виде: с пищей из мира растений или с белковыми веществами животной пищи (как, например, мясо).

³ Аминокислоты, полученные от разрушения белков, называют пептидами. Вещества, полученные искусственно от соединения нескольких пептидов (аминокислот), называли полипептидами. Это — вещества, приближающиеся по своим свойствам к белковым телам.

как, например, в крахмале и сахаре, на каждую частицу углерода приходится две частицы водорода и одна частица кислорода. Это дало повод назвать их углеводами.¹ Углеводы могут быть простыми и сложными. Простые углеводы называются моносахаридами. Их можно назвать простыми сахарами. Сюда относятся, например: сахар, содержащийся в винограде (виноградный сахар), сахар меда, сахар молока и др. Химическая формула этого вида углеводов — $C_6H_{12}O_6$.

Тот сахар, который мы обычно употребляем в пищу,² относится к более сложным углеводам. Его частицу надо представить себе, как двойную частицу простого сахара без частицы воды, а именно в виде $C_{12}H_{22}O_{11}$. В виду этого такие виды сахаридов называют дисахаридами, или двойными сахарами. Наконец, крахмал представляет собою еще более сложное вещество. Его формулу нельзя представить иначе, как соединением нескольких (многих) частиц простых сахаридов без соответствующего числа частиц воды. Химическую формулу крахмала изображают поэтому в виде $(C_6H_{10}O_5)_n$. Кроме известного нам крахмала, сюда относится особый углевод, находящийся в организме в большом количестве — в печени, в меньшем количестве — в мышцах и других тканях, и известный под именем гликогена, или, иначе, животного крахмала.³

Жиры. Жиры, с химической точки зрения, представляются соединением глицерина⁴ с одной или несколькими органическими кислотами.

¹ Название дает понять, что по составу частицы данное вещество представляется как бы соединением частицы углерода с частицей воды (H_2O). На самом деле, понятно, отношения гораздо сложнее, и представлять себе крахмал или сахар, как соединение воды и углерода, конечно, нельзя. Дело идет лишь о количественных отношениях между атомами углерода, водорода и кислорода.

² Это — обычно — сахар, полученный или из особого растения южных стран, так называемого сахарного тростника, или из свекловицы (в наших широтах). Сахар может быть приготовлен и искусственно в наших лабораториях. Дороговизна такого производства заставляет нас обращаться к лаборатории природы — в виде растений, приготавлиющих сахар дешевле.

³ Название дано в отличие от того вида крахмала, которым мы питаемся. Этот крахмал, как всем известно, является продуктом деятельности растений. Его называют поэтому растительным крахмалом, или — просто — крахмалом.

⁴ Глицерин, с точки зрения химического строения его частицы, является трехатомным спиртом: формула его $C_3H_5(OH)_3$.

Каждая группа OH может быть замещена кислотой. Соответственно тому, какая кислота входит в состав жира, и жиры различаются своими свойствами. В состав жиров входят по преимуществу кислоты: а) олеиновая ($C_{17}H_{33}COOH$), б) пальмитиновая ($C_{15}H_{31}COOH$) и в) стеариновая ($C_{17}H_{33}COOH$).

Коллоидное
состояние.

Вещества, входящие в состав организма, находятся в нем по большей части в особом состоянии, которое называется к о л л о и д н ы м. Это понятие требует некоторого пояснения.

Мы привыкли видеть вещества—например сахар, соль и др.—или в твердом, или в растворенном виде. Между тем, может быть еще один вид состояния вещества.

Когда тает сахар или соль в воде, мы говорим, что эти вещества растворяются в воде или переходят в раствор. Вода является для них р а с т в о р и т е л е м. Переходя в раствор, вещество, занимавшее раньше определенный объем, теперь распределяется на гораздо большее пространство, стремясь равномерно распределиться в растворителе. Так, например, кусок сахара, когда мы растворим его в стакане воды, займет большее пространство. В связи с этим наш кусок сахара, очевидно, раздробляется на громадное число небольших частиц. Таким образом ясно, что растворение вещества связано с р а з д р о б л е н и е м е г о ч а с т и ц, которые смешиваются с частицами растворителя. В нашем случае мельчайшие частицы сахара смешиваются с частицами воды в объеме стакана воды.

Очевидно, можно себе представить различную степень раздробленности растворенного вещества. Бывают случаи, когда степень раздробления настолько незначительна, и частицы так велики, что их видно на-глаз. В этих случаях говорят не о растворах, а о в з в е с ь х (эмульсиях). Примером такой взвеси может служить молоко, представляющее из себя воду, в которой растворены соли и разные другие вещества и где плавают, кроме того, в виде в з в е с и сравнительно крупные частицы ж и р а. Когда раздробление частиц растворенного вещества идет дальше, вещество это переходит в состояние, называемое к о л л о и д н ы м, или, как его называют иначе, д и с п е р с н ы м (т.-е. распыленным). Представим себе, что наше вещество раздробилось дальше на еще более мелкие частицы. Тогда мы получим н а с т о я щ и е р а с т в о р ы, с которыми мы обычно имеем дело как в обыденной жизни, так и при наших химических работах. Вещества могут находиться в еще более раздробленном состоянии. Это состояние называют состоянием и о н и з а ц и и, когда частицы вещества распадаются на свои составные части. Так, например, при ионизации раствора поваренной соли, растворенные частицы хлористого натрия (NaCl) распадаются на ион Na и ион Cl . Итак, вещество может находиться в жидкости в виде: взвеси, коллоида, настоящего раствора и, наконец, в состоянии ионизации. Все зависит от степени раздробления вещества в растворителе.¹ Переход какого-либо

¹ В настоящее время есть способ определять величину частицы вещества, находящегося в растворе. В взвесах величина частицы равна, примерно,

вещества из твердого состояния в коллоидное, таким образом, сводится, в сущности, к раздроблению его на мельчайшие частицы и, следовательно, к громадному увеличению его поверхности соприкосновения с окружающим миром.¹ Этим обстоятельством и объясняются особые свойства коллоидных растворов. Некоторые из этих свойств очень важны для понимания многих явлений в живом организме. Не входя в подробности, укажем лишь для примера, что коллоиды, отличаясь крупной величиной своих частиц, обладают меньшим осмотическим давлением, по сравнению с истинными растворами, с их более мелкими и более подвижными частицами. По той же причине коллоиды не проходят сквозь животные перепонки. Все живые существа построены в большей своей части из коллоидов. Кровяная плазма, соки растений являются коллоидными растворами. Белок представляет из себя типичный коллоид. Обмен веществ в коллоидах происходит так же, как и в истинных растворах.² Разница лишь в том, что в кристаллоиде малейшее изменение условий в какой-нибудь одной точке раствора немедленно же передается всей массе, в коллоидах же явление изменения в данном месте не сразу, а лишь медленно и постепенно распространяется дальше. Очевидная выгода, если принять во внимание условия жизни и работы клетки. С этой же точки зрения упорядочения явлений в тканях и клетках является способность коллоидов набухать, вбирая в себя воду. Благодаря этому, столь важные явления в организме, как поступление в клетку воды и отдача ее в окружающее пространство, происходят постепенно и без резких колебаний, столь вредных для правильной деятельности клетки.

Не даром некоторые авторы сравнивают коллоиды с пружиной, которая предохраняет организм от резкого колебания химических явлений. Многие явления в организме, поражающие нас своей тонкостью и точностью, сейчас удовлетворительно объясняются законами коллоидных растворов и свойствами коллоидов.

одной десяти тысячной миллиметра. При коллоидальном состоянии величина частиц колеблется от одной десяти тысячной до одной миллионной миллиметра. Когда частицы растворенного вещества меньше одной миллионной миллиметра, наступает состояние настоящих (обычных) растворов.

Заметим, что название коллоид взято из сравнения этого рода растворов с клеем (по-гречески, коллоид значит: клеевидный). Название дисперсный, т.-е. раздробленный, лучше передает суть дела.

¹ Высчитано, например, что поверхность всех частиц коллоидов организма — среднего человека — равна 183 десятинам, т.-е. 439 200 квадратных сажен.

² Истинные растворы называются кристаллоидами.

Растения, как источник пищи для животных. Сказанного о составе организма достаточно, чтобы мы могли вернуться к вопросу о питании. Очевидно, пища наша должна содержать в себе, прежде всего, все нужное для поддержания состава организма, т.е. все вещества, входящие в состав организма, и, кроме того, еще ряд веществ, служащих источником энергии, — чем-то в роде топлива для нашей животной машины. Откуда же организм может почерпнуть нужные для него вещества? Воду и соли он может взять непосредственно из природы. Сложные же вещества, как белки, жиры и углеводы, не встречаются в природе в свободном состоянии, и нужна какая-то лаборатория, которая приготовила бы эти сложные вещества из воды, минеральных солей и углекислоты воздуха. Такой лабораторией в природе является мир растений. Создавать заново сложные органические вещества из простых солей, воды и углекислоты животные не могут. Самое большее, на что способна химическая лаборатория их организма, это — на перестройку уже готовых органических соединений. Итак, растения — вот наши поставщики. Растительный мир обладает чрезвычайно развитой способностью создавать сложные органические вещества из солей, воды и углекислоты. Как известно, этой лабораторией служат листья и вообще зеленые части растений. Сюда приносятся из почвы в растворенном состоянии все необходимые вещества.

Азот приносится в виде, главным образом, солей азотной кислоты (HNO_3), фосфор — в виде солей фосфорной кислоты (H_3PO_4), сера — как соли серной кислоты (H_2SO_4). В виде солей той или иной кислоты приносятся из почвы также и другие минеральные вещества, как Na, K, Ca, Mg и др. Водород доставляется в виде, главным образом, воды. Углерод — в виде углекислого газа (CO_2) — поставляется окружающим растением воздухом. По системе корней и идущих от них тонких трубочек (волосников) растворы перечисленных солей поднимаются к листьям. Здесь, при участии особого вещества, так называемого хлорофилла (зелень листьев), происходит построение таких сложных веществ, как крахмал, белки, жиры, при участии солнечной энергии.

Из простых веществ растение строит те сложные химические соединения, как белки, жиры и углеводы, которые необходимы животному организму. Естественно, что для создания сложных химических веществ из простых соединений, встречающихся в почве и окружающем воздухе, необходима затрата энергии, которая должна пойти на расщепление строительного материала и затем, выражаясь картинно, на увязку отдельных частей сложной частицы вновь построенных веществ. Источником энергии является энергия солнца. Таким образом деятельность растительного мира, с этой точки зрения, сводится к превращению солнечной энергии в химическую энергию, заключенную в слож-

ных химических веществах, создаваемых растением. Растения являются запасным складом солнечной энергии и. Животный мир черпает из этого склада нужную ему энергию и строительный материал.

Создание растениями сложных веществ сопровождается, понятно, поглощением углекислоты воздуха и выделением излишка кислорода, образующегося при расщеплении богатых кислородом солей, приносимых из почвы. Эта сторона деятельности растений очень важна в деле очистки воздуха от скоплений CO_2 . Выделяя кислород, растения этим очищают воздух. Вот почему воздух лесов так живителен. Отсюда необходимость разводить возле жилищ растения. Особенно это необходимо в городах. Эта сторона деятельности растений возможна лишь днем, при наличии солнечного света. Указанное явление—выделение кислорода и поглощение углекислоты растениями — не надо смешивать с дыханием растений, которое, по общему правилу, как и у животных, состоит в поглощении кислорода воздуха и выделении CO_2 . Ночью, с прекращением доставки солнечной энергии в виде света, преобладает дыхание. Днем вступает в свои права очистительная деятельность растений.

Отсюда ясно значение растений в экономии вселенной. Растения экономят энергию солнца, накапливая ее про запас—в виде химической энергии сложных, построенных ими веществ. Без растений солнечная энергия пропадала бы для нас, рассеявшись в мировом пространстве. Благодаря растениям мы можем использовать энергию солнца, попавшую на землю много миллионов лет назад. Эта энергия была уловлена в свое время растениями, накоплена в виде сложных веществ, входящих в состав угля, из которого, сжигая его в печах, мы освобождаем теперь энергию далеких от нас времен.

Животные, в противоположность растениям, потребляют энергию, превращая ее в тепло и в другие формы.

VII.

ОРГАНЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ И ИХ РАБОТА.

Общий план устройства органов пищеварения.—Полость рта.—Слюна.—Пищеварение в полости рта.—Действие слюны на крахмал.—Ферменты.—Влияние нервной системы на отделение слюны.—Глотание.—Пищевод.—Желудок, его устройство и отделяемый им сок.—Ферменты желудочного сока.—Кислота желудочного сока.—Ход отделения желудочного сока.

Общий план устройства органов пищеварения. Пищеварительная трубка, или, как ее принято называть, пищеварительный канал, проходит через все тело, начинаясь ротовым отверстием и оканчиваясь отверстием заднего прохода. Назначение пищеварительной трубки понятно. Это — главная наша лаборатория, где происходит переработка пищи, всасываются и поступают в кровь нужные продукты, и куда выбрасываются

из организма часть вредных, ненужных веществ. Этим задачам соответствует устройство пищеварительного тракта. Первым отделом, куда поступает пища, является полость рта. Здесь пища размельчается при помощи зубов, смачивается слюной и продвигается вглубь, в полость глотки. Отсюда пищевой комочек поступает в трубку, носящую названия пищевода, которая оканчивается в желудке. Желудок представляет собою мешкообразное расширение пищеварительной трубки. Здесь пища задерживается, обеззараживается и переваривается при помощи желудочного сока, выделяемого микроскопически-малыми химическими фабриками — желудочными железами. Из желудка пища постепенно переводится в сравнительно узкую, длинную и извилистую трубку, которая носит название кишок. Верхняя часть их, ближайшая к желудку, называется двенадцатиперстной кишкой,¹ следующий отдел называют тонкими кишками. Последний отдел оканчивается выходом наружу в виде заднего прохода. Он известен под названием толстых кишок. На всем пути кишки усеяны внутри складками. В стенках их помещены железки, выделяющие слизь и пищеварительные соки. Кроме того, здесь же, на протяжении тонких кишок, имеются особые всасывательные аппараты, так называемые ворсинки, имеющие некоторое сходство с маленькими нагнетательными насосами. Их задача — способствовать поступлению питательных соков в организм. Сюда надо прибавить еще несколько крупных химических фабрик в виде главных пищеварительных желез — как, например, поджелудочная железа, печень, — которые изливают свои продукты в кишечный канал. Таково общее устройство органов пищеварения. Перечисленные части пищеварительного тракта представлены на рис. 38. Рассмотрим теперь, что делается с пищей в различных частях пищеварительной трубки.

Ротовая полость. В полости рта пища встречает, прежде всего, ряд приспособлений в виде зубов, назначение которых — размельчить пищу, чтобы облегчить доступ к ней пищеварительных соков. Мы знаем из простых, первых опытов по химии, что химические реактивы действуют лучше всего на мелко-раздробленные вещества: Зубы устроены так, что одни из них разрывают пищу, как бы разрезывая ее на части, — эти зубы носят название резцов. Другие, более мощные (боковые), растирают пищу, размалывая ее на подобие мельничных жерновов. Зубы имеют очень важное значение, и их состоянием пренебрегать не следует. Здоровые зубы обуславливают правильное измельчение пищи и тем

¹ Название показывает примерную длину этой части кишки, равную ширине двенадцати пальцев взрослого человека.

облегчают пищеварение. К сожалению, мы плохо ухаживаем за зубами. Часто портим их горячими или сладкими кушаньями.

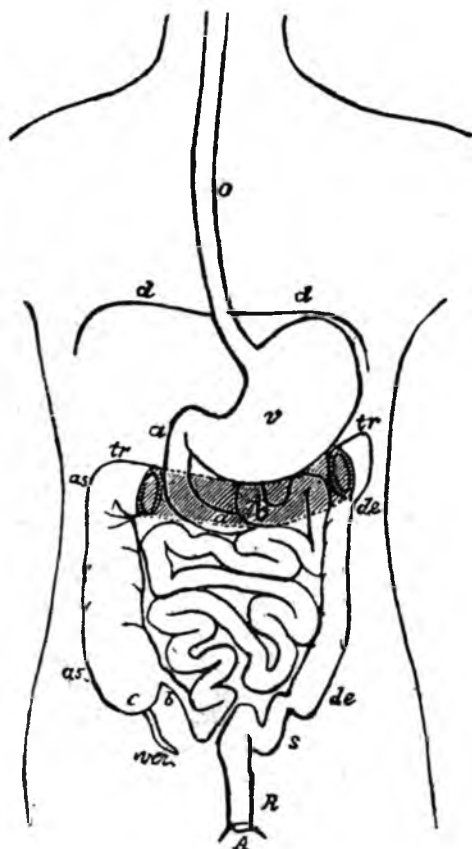


Рис. 38. Общий план устройства пищеварительного тракта: *o* — пищевод; *dd* — грудобрюшная преграда — мускул, отделяющий полость груди от брюшной полости; *v* — желудок; *aa* — двенадцатиперстная кишка; *bh* — тонкие кишки; *c* — начало толстой кишки (так назыв. слепая кишка); *ce* — червеобразный отросток толстой кишки; *R* — прямая кишка; *A* — задний проход.

Благодаря этому, покрывающая зубы эмаль¹ трескается, в щелях ее поселяются особые микробы, которые вырабатывают кислоты,

¹ Зубы состоят из плотной ткани костного типа. Верхняя часть их покрыта так называемой эмалью. Это — очень плотная ткань. Под ней лежит слой так называемого дентина. В дентине проходят нервы. Когда эмаль трескается, и обнажается дентин, мы ощущаем боль, особенно от колебаний

окончательно разрушающие зубы. Необходимо тщательно беречь зубы. Надо чаще чистить их, полоскать после каждой еды, особенно после сладостей и фруктов.¹ Периодически, не реже 2—3 раз в год, надо показывать свои зубы зубному врачу, который починит (запломбирует) образовавшиеся трещины. Трещины в зубах опасны еще тем, что в них могут поселиться различные микробы и, найдя здесь все необходимые условия для своего развития (влажность, теплоту и пищу), могут размножиться и заразить затем организм. Во время пребывания в рту пища смачивается слюной, что придает пищевому комку ту степень скользкости, какая необходима для прохождения его по пищеводу — сравнительно узкой трубке, ведущей из полости рта в желудок. В полости рта на пищу начинает действовать

Слюна.

первый пищеварительный сок — слюна. Слюна вырабатывается так называемыми ж е л е з а м и. Этим именем в организме обозначают особые органы, роль которых сводится к выработке того или иного вещества. Это — своего рода химические фабрики организма! Железы построены различно: или это — значительные по объему органы, или это — отдельные микроскопически-малые образования, рассеянные в толще оболочки, покрывающей внутреннюю поверхность пищеварительного тракта. Так как эта оболочка покрыта слизью, то ее называют с л и з и с т о й о б о л о ч к о й. Слюна вырабатывается железами первого рода, которые мы можем с полным правом сравнить с химическим заводом. Это — большие органы,

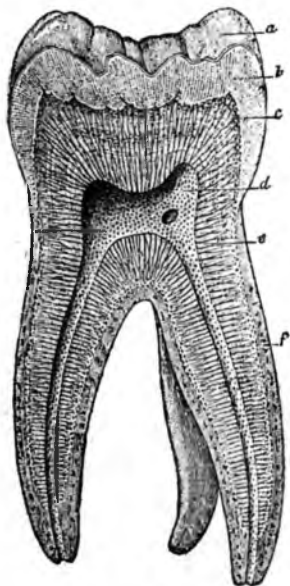


Рис. 39. Зуб человека, продольный разрез: *a* — эмаль; *d* — мякоть зуба.

температуры воздуха или пищи. Под дентином, в глубине зуба, находится так называемая мякоть (пульпа). Здесь имеется артерия, вена и нерв. При проникновении сюда микробов получают те очень сильные боли, которые известны почти каждому, небрежно ухаживающему за своими зубами. Нервы проходят здесь в узких костных каналах и при воспалении сдавливаются переполненными кровью капиллярами. Отсюда и сильные боли. (См. рис. 39.)

¹ Надо избегать кислот и остатков пищи, застревающих между зубами. Хорошо чистить промежутки между зубов тонкой ниточкой и щетками (не очень твердыми).

Разного рода пасты могут быть заменены нежным мылом.

лежащие в окрестностях ротовой полости. Их у человека три пары. Одна пара расположена в толще щек вблизи уха (околоушные железы), другая пара лежит под языком (подъязычные железы) и третья — под нижней челюстью (подчелюстные железы). В виду такого обилия слюнных желез, является возможность выделить одну из них, вывести наружу проток, по которому слюна проводится в полость рта, и изучить как состав слюны, так и ход ее отделения в зависимости от разных условий. Эти работы, произведенные в лаборатории И. П. Павлова на собаках, открыли нам удивительно тонкий механизм приспособления организма к внешнему миру и послужили исходным пунктом для знаменитых исследований как в области пищеварения, так и, в еще большей мере, для изучения деятельности нервной системы. Скромная слюнная железа оказалась очень удобным аппаратом, по деятельности которого можно судить о работе нервной системы. К этим исследованиям мы вернемся в своем месте.

Имея возможность, благодаря разработанной в лаборатории И. П. Павлова методике, получать слюну в чистом виде, без примесей пищи и притом в любом количестве, оказалось удобным изучить как состав, так и ее влияние на пищевые вещества. Опыты показали, что слюна человека не влияет ни на белки ни на жиры. Единственно, что подвергается ее действию, это — крахмал. Возьмем крахмальный клейстер, который, как известно, не способен фильтроваться, т.-е. проходить сквозь пропускную бумагу, прибавим к нему несколько капель человеческой слюны и подержим несколько минут в руке, чтобы немного нагреть. Спустя 3 — 5 минут мы заметим, что наш клейстер стал жиже и проходит довольно легко сквозь фильтровальную бумагу. Химический анализ показывает, что частица крахмала распалась на свои составные части.¹ Она стала проще, чем она была раньше. Слюна способствовала, как говорят, расщеплению крахмала. В результате получился продукт, легче проходящий сквозь мелкие отверстия, что имеет, конечно, огромное значение для организма. Такое вещество легко может продвигаться по организму, проникать в клетки. Из такого более простого вещества организму легче строить нужные ему химические соединения. Какими же составными частями слюны обусловлено столь резкое действие ее на крахмал? Мы знаем из химии, что для расщепления крахмала

¹ Частица крахмала построена из нескольких частиц виноградного сахара. Формула крахмала $n(C_6H_{12}O_6)$.

Под влиянием слюны эта сложная частица распадается на более простые, из которых каждая содержит не более двух частиц виноградного сахара, сцепленных вместе; это — так называемая мальтоза; ее химическая формула $(C_{16}H_{32}O_{16})_2$.

в наших лабораториях необходима сравнительно высокая температура и действие крепких растворов кислот. Химическое исследование слюны показало, что состоит она из воды с примесью небольшого количества белковых веществ и особого вещества, так называемого муцина, сообщающего слюне слизистый характер. Кроме того, в слюне имеются соли (углекислый калий, натрий и магний, следы серы, аммиака, солей фосфорной кислоты, хлористый натрий и калий).¹ Если исследовать реакцию слюны, то мы увидим, что она обычно-щелочная.² Как видим, в слюне нет никаких резко действующих составных частей, которым мы могли бы приписать расщепляющее влияние на крахмал. Очевидно, в этом деле участвует какое-то особое вещество, входящее в состав слюны. Поиски этого вещества не привели ни к чему. Сколько ни исследовали слюну, никому не удалось получить в чистом виде и в скольконибудь значительном количестве это таинственное вещество, проявляющее столь резкое действие.

Ферменты.

Во время этих исследований сделано было очень важное наблюдение, что небольшое количество слюны может расщепить громадные количества крахмала. Из химии, между тем, мы знаем, что при вступлении веществ в соединение друг с другом, при так называемых химических реакциях, всегда имеется строгое отношение между количествами вступающих в реакцию веществ. В практической химии это учитывается самым точным образом. Из этого пришлось сделать вывод, что расщепление крахмала слюной не зависит от вступления составных частей слюны в химическую реакцию с крахмалом. Очевидно, вещество, влияющее на расщепление крахмала, действует одним своим присутствием. Из химии мы знаем, что существуют такие вещества, которые одним своим присутствием облегчают ход химических реакций. Как на пример, укажем на мелко-раздробленную платину (так называемая платиновая чернь). Такие вещества в химии называются катализаторами.³ Очевидно, и в слюне мы имеем дело с присут-

¹ У человека встречается еще роданистый калий.

² Реакцию пробуют обычно, погружая в раствор данного вещества бумажку, смоченную раствором лакмуса (добывается из растений — лишай). Бумагу готовят в двух видах: синюю — для испытания на кислотность, и красную — для пробы на щелочность. В кислой среде синяя бумажка краснеет; в щелочных — красная синееет.

³ Каждый может поставить опыт с разложением при помощи катализатора, — например, перекиси водорода. Все знают перекись водорода, как жидкость неприятного металлического вкуса, которой часто пользуются для промывания ран или для полоскания рта, особенно при заразных болезнях (дифтерит, скарлатина, ангины). Химический состав перекиси водорода тот же, что и воды (H и O), только кислорода здесь вдвое больше — именно

ствием особого катализатора, вырабатываемого клетками слюнных желез. Такого рода катализаторы получили название ферментов. Ферменты, как увидим дальше, чрезвычайно распространены в живых организмах. Организмы широко пользуются ими, и большая часть химических явлений (реакций) в них протекает при участии (вернее в присутствии) ферментов.¹ Мы будем встречаться с ними на каждом шагу. Как сказано выше, никому не удалось получить ферменты в чистом виде и в таких количествах, которые позволили бы изучить их химические и физические свойства.²

Приходится ограничиваться наблюдением над их действием. Исследования показали, что ферментов, повидимому, очень много. Каждый фермент отличается способностью влиять лишь на строго определенное химическое явление. Так, например, фермент человеческой слюны может разложить (расщепить) громадные количества крахмала и в то же время бессилён сделать что-либо с ничтожным по весу и объёму кусочком белка или несколькими каплями жира. Другие ферменты, с которыми мы скоро встретимся, могут расщеплять только белок или только жир. В этом смысле говорят, что ферменты специфичны. Оказывается далее, что для каждого фермента есть ряд условий, при наличии которых он только и может проявить свою деятельность. Так, например, фермент слюны расщепляет крахмал только при условии, если в растворе нет и следов кислоты. Прибавьте кислоты, и фермент этот прекратит свою деятельность и останется недействительным во все время, пока будет хотя бы небольшая часть кислоты. Нейтрализуйте, как говорят химики, кислоту, прибавив щелочи, и фермент прекратит заботовку и заработает с присущей ему энергией. Другие ферменты,

(H_2O_2). Перекись водорода разлагается сравнительно медленно, выделяя излишек кислорода. Стоит, однако, бросить в раствор ее кусочек платиновой черни, как тотчас же начнут отделяться пузырьки газа (кислорода), т.-е. произойдет разложение перекиси на воду и кислород. Своим убивающим бактерии действием перекись водорода и обязана именно этому явлению — освобождению кислорода, который и убивает микробов, встречаясь с ними. Оказывается при этом, что платина, вызвавшая столь бурный процесс разложения, сама не приняла в этом непосредственного участия, оставшись в целости и неприкосновенности. Вес ее остался тем же, что был до опыта. Ее можно погрузить в новую порцию перекиси водорода, и она вызовет так же разложение, как и в первом случае. Ничтожная крупинка платины может вызвать разложение громадных количеств перекиси водорода.

¹ Не даром недавно умерший известный ученый, Жак Лёб, выразился, что в действии ферментов заключена тайна жизни, вскрыть которую, т.-е. понять особенность механизма явлений в живых организмах, нам поможет ближайшее изучение ферментов.

² В аптеках можно видеть громадные банки, наполненные порошками с надписями на банках, гласящими, что банки наполнены тем или иным ферментом (например, пепсином). Это — не чистые ферменты, а порошки, содержащие некоторые количества ферментов.

наоборот, развивают свою деятельность только при наличии кислот. Такое же влияние оказывают и колебания температуры. Как правило, все ферменты лучше всего проявляют свое действие при средней, определенной для каждого фермента, оптимальной, т.е. наилучшей, температуре. При понижении температуры деятельность фермента замирает, но его способность не уничтожается. При чрезмерных повышениях температуры, например, при кипячении, фермент, повидимому, разрушается. Когда хотят уничтожить совершенно действие фермента, прибегают обычно к кипячению. Вот общие свойства ферментов.

Для обозначения ферментов, по предложению французских ученых, прибавляют окончание *аза* к латинскому названию того вещества, которое испытывает на себе влияние данного фермента. Так, например фермент слюны, расщепляющий крахмал (амилум), называют *амилаза*. Этот фермент более известен под именем *птиалина*.

Влияние нервной системы на отделение слюны. Слюнная железа подвержена влияниям со стороны нервной системы. Отделение слюны является врожденным рефлексом на раздражение полости рта. Легко вызвать отделение слюны, смочив язык и слизистую оболочку¹ полости рта кислотой или подействовав на нее пищей. Дуга рефлекса, начинаясь нервными аппаратами в указанном месте рта, проходит через продолговатый² мозг, а оттуда идет к слюнным железам. Слюнные железы могут быть приведены в действие также раздражением других нервных аппаратов (анализаторов). Так, например, известно, что один шутник остановил однажды целый оркестр музыкантов, игравших на духовых инструментах, тем, что, усевшись в первом ряду, стал на глазах у музыкантов есть лимон. Вид этого лимона и гримасы, которые делал евший его, передались слюнным железам музыкантов и вызвали столь обильное отделение слюны, что дальнейшая игра оказалась невозможной. В лаборатории И. П. Павлова удалось установить, что и мозговая кора может влиять на отделение слюны. Отсюда

¹ Напомним, что весь пищеварительный тракт, как и другие внутренние полости организма, выстланы оболочкой, содержащей железы в виде одиночных клеток (как бы кустари), приготавливающих слизь. Отсюда эти оболочки получили название слизистых оболочек. Значение слизи в данном случае ясно.

² Продолговатым мозгом называют несколько расширенную часть самого верхнего отдела спинного мозга. Здесь находится несколько важнейших групп нервных клеток. Поэтому эта часть мозга в свое время названа была жизненным узлом. Мы уже видели, что здесь заложены главные центры управления сердцем, дыханием, просветом кровеносных сосудов. Дальше мы встретимся еще с несколькими группами клеток (нервными центрами) этой области.

И. П. Павлов и пришел к возможности воспользоваться слюнной железой, как показателем деятельности мозговой коры. Об этом мы скажем подробнее позже, в своем месте.

У животных слюна имеет, повидимому, защитительную роль.

Не говоря уже о ядовитой слюне, когда к ней примешивается яд, вырабатываемый особыми железами, слюна имеет и некоторые лечебные свойства. Раны у животного заживают лучше, если оно имеет возможностьлизывать свою рану, омывая ее слюной.

Глотание. Размельченная и смоченная слюной пища в виде

пищевого комка, как принято выражаться, направляется в задние отделы ротовой полости, — в так называемую полость глотки. Здесь перекрещивается несколько путей: сюда открываются носовые ходы, здесь же берет начало дыхательная трубка. Тут же находится и отверстие, ведущее в пищевод. Уже из этого описания должно быть ясно, что момент перехода пищи в пищевод далеко не прост. Надо прикрыть отверстия, ведущие в дыхательные пути, и одновременно произвести ряд движений, нужных для направления пищевого комка в пищевод. Это осуществляется путем рефлекса со стенок глотки целым рядом одновременных сокращений нескольких групп мышц. Регуляция этих сложных движений зависит от деятельности особой группы нервных клеток, заложенных в продолговатом мозгу. Эти клетки и придают ту согласованность движениям мышц глотки и полости рта, которая обеспечивает правильность глотания. При малейшем расстройстве пища может попасть в дыхательные пути и вызвать подчас тяжелые их заболевания. Спеша есть и глотать, мы часто сами бываем причиной такого рода беспорядка в глотании. Пища попадает, как принято говорить, «не в то горло». Кашлевыми движениями она большей частью выбрасывается из дыхательных путей.

Кашель есть также рефлекс, и очень важный для жизни.

Происхождением своим кашлевые движения (являющиеся, в сущности, выдыхательными движениями) обязаны чувствительности нервных аппаратов, заложенных в слизистой оболочке горла и бронхов (дыхательных путей). Раздражение этих нервных анализаторов передается затем на дыхательные мышцы, вызывая те резкие, быстрые, отрывистые выдыхательные толчки, которые мы называем кашлем. Кашель есть признак того, что что-то раздражает дыхательные пути. С кашлем выводятся посторонние вещества. Отхаркиваемая мокрота состоит из продуктов отделения желез и клеток дыхательных путей с примесью микробов. Это — как бы промывание дыхательного тракта. Вот почему надо остерегаться расплевывать мокроту. Высохнув, с пылью она может опять попасть в вдыхаемым воздухом в легкие и заразить и нас и окружающих нас теми микробами, которые организм однажды уже выбросил наружу. Мокроту надо собирать в особые плевательницы или в платок. Особенное внимание надо, понятно, обращать на мокроту людей, у которых подозревается туберкулез. Надо помнить, что бактерия туберкулеза — одна из самых стойких. Она месяцами выдерживает пребывание в сухой пыли в темноте. Ее губит лишь прямой свет солнца, кипячение и крепкие реактивы, как, например, кислоты или щелочи.

Пищевод. Проглоченная пища скользит по пищеводу, направляясь в желудок. Пищеводом называют идущую вдоль шеи трубку, состоящую из нескольких (трех) слоев мышц. Внутренняя оболочка является продолжением таковой же оболочки, выстилающей полость рта. Оболочка эта снабжена железами, выделяющими слизь, и поэтому называется слизистой оболочкой. В нормальном положении пищевод

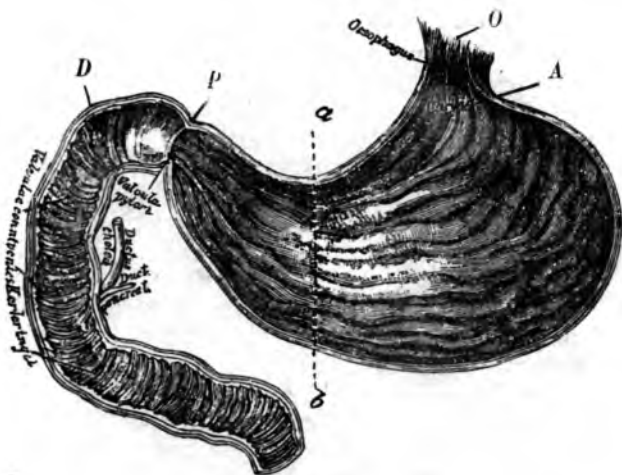


Рис. 40. Разрез желудка человека. А — место впадения пищевода; О — пищевод; а — б — граница, отделяющая область дна желудка от области привратника; Р — привратник; Д — двенадцатиперстная кишка.

не зияет. Стенки его находятся в спавшемся состоянии. Пищевой комок продвигается по пищеводу, проталкиваемый периодическими движениями мышц пищевода. В месте перехода пищевода в желудок находится мощный круговой мускул, запирающий вход в желудок: его называют кардия, или сжимающий мускул (сфинктер) желудка.

Желудок. Желудок представляет собою, в сущности, простое расширение пищеварительной трубки, как бы камеру, преддверие перед входом в кишки. У человека желудок делится на две части: часть, прилежащую к пищеводу, называемую дном желудка, и отдел вблизи выхода из желудка в кишки. Эту часть называли привратниковой областью, так как она оканчивается особым мощным круговым мускулом, запирающим выход из желудка. Этот мускул пропускает содержимое желудка в кишки небольшими порциями, как бы контролируя, на подобие привратника,

наполнение кишок. У травоядных, особенно же у жвачных животных, принужденных поедать громадные количества грубой, требующей длительной обработки пищи, желудок представляется гораздо более сложным, состоя из нескольких отделов. Стенка желудка представляется складчатой. В толще стенок расположены отдельные небольшие железы, которые мы сравниваем с химическими фабриками. Их ближе сравнить с кустарями, в отличие от крупных обособленных больших желез, в роде, например, слюнных. Маленькие желудочные железы пред-

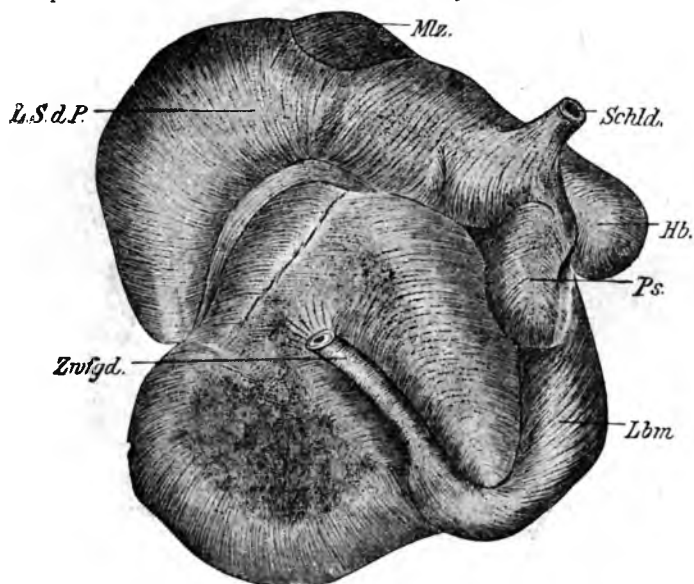


Рис. 41. Желудок жвачного, вид справа: *Hb*—сетка; *Lbm*—сычуг; *LSdP* — рубец (левый отдел); *Ps* — книжка; *Schld*—пищевод; *Zwfgd*—двенадцатиперстная кишка.

ставляются в виде трубок с просветом посредине, вокруг которого расположены клетки, отделяющие сок. Эти клетки носят название железистого эпителия. Железы желудка выделяют сок, резко отличный от всех других соков организма тем, что он содержит минеральную кислоту (именно соляную — HCl), и притом в довольно большом количестве — до $\frac{1}{2}$ (0,5) процента.¹

Желудочный
сок.

Желудочный сок представляет из себя прозрачно-бесцветную жидкость резко-кислой реакции. В нем надо признать два фермента: 1) пепсин — фермент, действующий на белки, переводя их

¹ Это — очень любопытное явление, если принять во внимание, что все соки организма и кровь, притекающая к железам, имеют щелочную реакцию.

в более простые растворимые соединения, и 2) химозин, или сычужный фермент, — он вызывает выпадение из молока белка. Свертывание молока, происходящее в желудке, и зависит от этого фермента.¹

Если положить в желудочный сок кусочек яичного белка, то, спустя некоторое время, величина которого зависит от температуры, яичный белок растает и перейдет в раствор. Исследование показало, что, не утрачивая характера белкового тела, свернутый яичный белок стал проще в смысле строения своей частицы, и этим объясняется его растворимость. Частица белка стала мельче и проще. Получилось, следовательно,

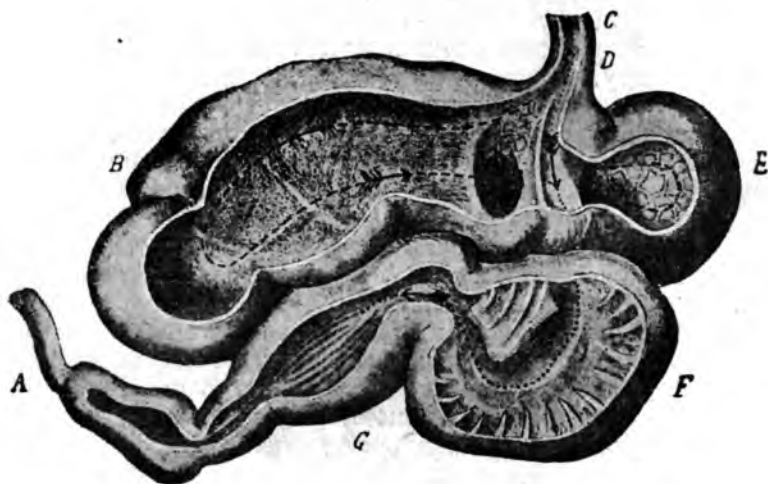


Рис. 42. Разрез сложного желудка жвачного животного: А — начало кишечного тракта; В — рубец; Е — сетка; F — книжка; G — сычуг; CD — пищевод.

нечто подобное тому, что мы видели при действии слюны (ее птйалина) на крахмал. Замечательно, что пепсин — фермент желудка — действует исключительно в кислой среде. Если нейтрализовать желудочный сок прибавкой щелочи, действие пепсина на белок прекращается. Фермент при этом не разрушается. Он только не может проявить своего действия. Вот почему невыгодно для организма, когда количество соляной кислоты в желудке уменьшается. Это сейчас же отражается на пищеварении — ослаблением переваривания белка. В этих случаях врачи дают пить соляную кислоту с пепсином или, что еще лучше, натуральный желудочный сок, полученный от животного.

¹ Этим свойством пользуются во время сыроварения для свертывания молока с целью выделить белок.

Кислоты желу- дочного сока. Соляная кислота желудочного сока исполняет еще одну очень важную роль. Она обеззараживает пищу, попадающую в желудок. В самом деле, с пищей мы всегда вводим много микробов. В полости рта слюна, будучи жидкостью щелочной реакции, не может сколько-нибудь резко повлиять на этих непрошенных гостей наших. Пищевой комок, смоченный щелочной слюной и нагретый пребыванием в теплой полости рта, попадает в желудок, где для окончательного переваривания ему предстоит пробывать немало времени (несколько часов). Не трудно себе представить, сколь благоприятны условия для развития микробов в укромном месте желудка при наличии и теплоты и обилия пищи. Кислота желудочного сока кладет предел развитию микробов, в большинстве случаев не любящих кислых сред. Все знают по опыту, что происходит, когда, вследствие заболевания, желудочные железы отказываются работать, и соляная кислота отделяется или в очень незначительном количестве, или даже вовсе не поступает в желудок. Получается заболевание, которое обычно в публике называют «катаром желудка». Выражается оно, если присмотреться внимательнее, целым рядом признаков, свидетельствующих о развитии микробов в желудке. С этим связано загнивание пищи и отравление организма ненормальными продуктами разложения пищи в желудке. Тошнота, а иногда и рвота, дурной вкус во рту, головная боль и повышение температуры являются характерными признаками отравления из желудка. Понятно, что врачи стараются очистить желудок и, дав ему покой (воздержанием от тяжелой пищи), вернуть железы желудка к их нормальной деятельности.

VII.

ПИЩЕВАРИЕ.

(Продолжение.)

Отделение желудочного сока. — Appetитная и местная фазы отделения сока в желудке. — Переход пищи в кишки. — Роль привратника желудка. — Механизм открытия выхода из желудка. — Пищеварение в кишках. — Поджелудочная железа и ее ферменты. — Отделение сока поджелудочной железы. — Желчь и ее действие. — Отделение желчи. — Кишечный сок и его ферменты. — Всасывание. — Всасывающий аппарат кишок. — Толстые кишки. — Движение пищеварительного тракта. — Антиферменты. — Микробы кишечного канала и их значение.

Отделение желу- дочного сока. Познакомившись с желудочным соком, посмотрим, как происходит работа желудочных желез.

Для изучения работы желудочных желез необходимо, понятно, иметь постоянный доступ к желудку. Для этого надо проделать

отверстие, ведущее в желудок; сквозь него вставить небольшую серебряную трубку, выведя другой ее конец наружу¹. Такая операция носит название «наложения фистулы», а отверстие в желудок называют «фистулой» желудка. Через эту трубку мы можем время от времени брать порции желудочного содержимого и таким образом изучать ход отделения желудочных желез и переваривание пищи в желудке. Наблюдая животных при таких условиях, выяснили, что желудочные железы работают не непрерывно, а с отдыхом. Главная деятельность желез, как

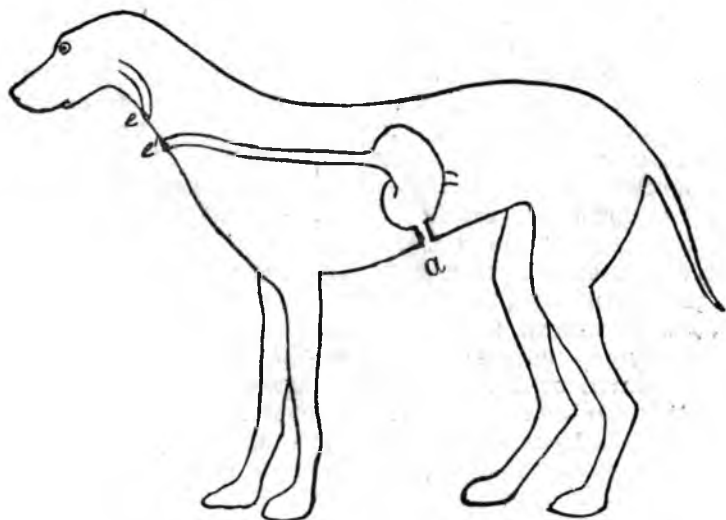


Рис. 43. Операция И. П. Павлова на собаке; видны: *a* — желудочная фистула; *e*, *e*¹ — части перерезанного и вшитого в кожу пищевода.

и следовало ожидать, приходится на время приема пищи, после чего деятельность желез постепенно затихает до новой еды. Долгое время думали, что ближайшей причиной деятельности желудочных желез является трение пищи о стенки желудка. Знаменитый русский ученый И. П. Павлов разрушил это мнение очень интересным опытом, показавшим, что дело обстоит много сложнее, чем думали. Собаке сделано было две операции: 1) нало-

¹ Операция эта делается, понятно, на усыпленном животном, с соблюдением всех правил, которыми руководятся при операциях на людях. Собаки с такими фистулами живут годами в лабораторных условиях, при хорошем питании и уходе, и не обнаруживают при таком содержании никаких расстройств организма.

жена фистула желудка и 2) перерезан пищевод на шее;¹ при этом концы его выведены были наружу и пришиты к коже. Оперированная таким образом собака во время еды хватает и жует пищу, как нормальная. Проглоченная при этом пища не доходит до желудка, вываливаясь по дороге из перерезанного пищевода наружу (см. рис. 43). Кормя такую собаку и наблюдая за трубкой, ведущей в желудок, мы отметим следующие интересные явления: 1) достаточно одного поддразнивания пищей на расстоянии, чтобы из желудка стал отделяться

Аппетитная
фаза.

сок; 2) еще резче происходит отделение желудочного сока, если собаку кормить, давая ей жевать и глотать пищу.² При этом можно получить от собаки громадное количество желудочного сока.³ Какой вывод мы должны сделать из приведенных опытов? Прежде всего, очевидно, что желудочные железы могут быть вызваны к деятельности раздражением наших анализаторов (органов чувств) и особенно тех, которые находятся в слизистой оболочке рта и носа. Очевидно, железы желудка могут приводиться в действие рефлексно — раздражением вышеуказанных нервных аппаратов. Итак, оказалось, что отделение желудочного сока есть прежде всего рефлекс. Дуга этого рефлекса, начинаясь в периферических частях наших анализаторов, особенно в полости рта, идет через продолговатый мозг и по нервным путям, которые пробегают на шее в известных уже нам блуждающих нервах. В этих нервах среди волокон разного назначения имеются и волокна, приводящие в действие желудочные железы. Если перерезать блуждающие нервы или их волокна, идущие к желудку, то ни дразнение пищей ни еда не вызовут отделения сока из желудка. Практически из сказанного получается вывод громадного значения. Желудочные железы начинают работать, как только пища своим видом, запахом и всеми другими признаками начинает действовать на нас. Эту фазу деятельности желудка называли *аппетитной фазой*, так как она совпадает с ощущениями аппетита, т. е. страстного желания еды. Поговорка, гласящая, что при виде вкусной пищи «текут слюнки»,

¹ При этом надо тщательно щадить нервные волокна, пробегающие рядом с пищеводом.

² Этот опыт носит название «мнимое кормление». Мнимое, очевидно, потому, что пища не доходит до желудка, вываливаясь через отверстие в пищеводе наружу.

³ Кормя таким путем собаку полтора-два часа, пока она не устанет жевать и глотать, можно получить значительные количества желудочного сока (от большой собаки — до литра и больше). Этим пользуются для получения с практическими целями больших количеств желудочного сока. Его потом очищают от примесей и пускают в продажу для больных, страдающих расстройством пищеварения от недостаточности деятельности желудочных желез.

очевидно, применима и к желудку. Когда останавливаешься перед окном магазина, где за стеклом выставлены вкусные аппетитные предметы, текут не только слюнки, но и желудочный сок. Опыты показали, что отделяющийся в эту фазу деятельности желудочных желез сок отличается своим особенно резким действием на белки. Очевидно, он особенно богат ферментами. Ощущения аппетита являются таким образом как бы выражением силы действия пищи и обстановки еды на организм и показателем готовности желудка к перевариванию пищи. В случаях, когда пища неаппетитна или обстановка такова, что не располагает к еде, — и деятельность желудочных желез проявляется в вялой форме. Желудочного сока отделяется мало.¹ Отсюда ясно, как важно обставить еду так, чтобы «аппетитная» фаза² могла проявиться во-всю и дать много хорошего желудочного сока. Иначе пища попадет в желудок, не готовый к ее приему. Обстановка еды, чистота и уют столовой, не говоря уже о способе приготовления пищи и ее подачи в аппетитном виде, имеют важнейшее физиологическое значение. Чистая прибранная столовая, цветы или зелень на столе, аппетитно поданная пища — не являются, как думают некоторые, буржуазными привычками. Еда — слишком важный в физиологическом отношении акт, и к ней надо отнестись с большим вниманием, чем это часто, к сожалению, делается у нас.

Местная фаза. Пищеварительный аппарат устроен так, что пища, попав в желудок, уже находит там «аппетитный», или «запальный» сок, который и начинает немедленно свое действие, превращая белки в более простые вещества. Эти вновь образующиеся в желудке вещества, в свою очередь, являются раздражителями желез, действуя уже местно на стенку желудка именно в области привратника. Таким образом начавшееся под влиянием вида и жевания пищи отделение желудочного сока поддерживается в дальнейшем продуктами переваривания белков этим соком. Прекрасный пример того, как в организме все явления тесно связаны друг с другом, завися одно от другого. Вторая фаза деятельности желудочных желез, которую для отличия от первой можно назвать местной фазой, еще более подчеркивает значение обстановки еды. Очевидно, что чем слабее будет возбуждаться аппетит, тем и вто-

¹ Главнейшие опыты по пищеварению поставлены были на животных (особенно на собаках). Природа представляет по временам случаи проверять данные и на людях. Так, например, известны случаи, когда в результате ранения желудка у людей образовались фистулы желудка. Изучение этих и других подобных случаев показало, что и у человека деятельность пищеварительного аппарата, в общем, идет по тем же законам, что и у собак.

² Ее называют также «запальной».

рая фаза и, следовательно, весь ход отделения желудочного сока будет слабее. Не мешало бы проникнуться этим всем нашим деятелям по устройству, организации и заведыванию столовыми.

По мере того как пища обрабатывается в желудке его соком, происходит передвижение ее небольшими порциями в кишки. Попав туда, пища некоторыми своими частями, — как, например, жиры и продукты их расщепления, которые образуются в кишках, — начинает тормозить

«Кишечная»
фаза.

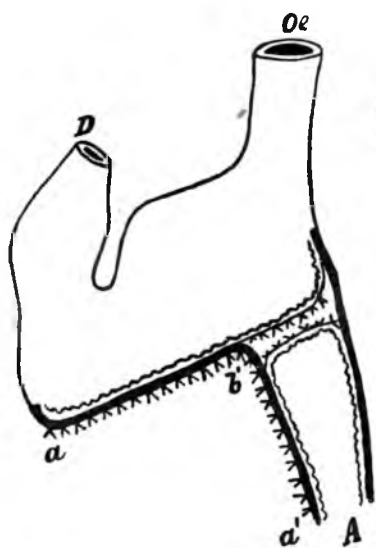


Рис. 44. Схема «малого желудка»: *ор* — пищевод; *D* — двенадцатиперстная кишка; *A* — малый желудок.

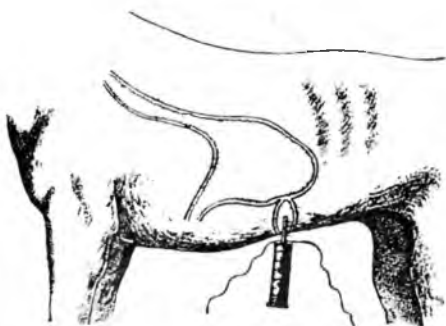


Рис. 45. Схематическое изображение наблюдения за отделением желудочного сока из «малого желудка» у собаки. Видно, что малый желудочек составляет небольшую часть большого, что малый желудочек изолирован от большого, и пища, введенная в большой желудок, не может проникнуть в малый. Связь при помощи кровеносных сосудов и нервов между малым и большим желудками сохранена. На рисунке видно, что сок из малого желудка собирают в подвешенный к отверстию его цилиндр.

з и т ь отделение желудочных желез.¹ Из сказанного вы сами можете догадаться, что результатом этого является точность приспособления хода отделения желудочного сока не только к признакам пищи и к обстановке еды, но и к качеству и количеству, а также и консистенции пищи. Точными опытами установлено, что каждому виду пищи соответствует особый характер хода отделения желудочного сока, и свойства

¹ Теперь нам ясно, почему слишком жирная пища так плохо и медленно переваривается. Обилие жира тормозит отделение желудочного сока и тем затягивает весь ход пищеварения.

самого сока в смысле богатства ферментами.¹

В желудке пища остается от 2 — 3 до 5 часов. **Переход пищи в кишки.** Время пребывания пищи в желудке зависит от нескольких причин. Прежде всего — от состава пищи: дольше всего задерживается в желудке пища, богатая жиром. Затем — от энергии движений самого желудка: есть вялые желудки, которые вообще сокращаются медленно. В таких желудках пища обычно залеживается. В этих случаях надо обращаться к врачу за помощью.

Желудок не остается в покое. Он во время пищеварения совершает ряд разнообразных движений. Не даром в его стенке так много мышечных волокон, расположенных в различном направлении. Благодаря разнообразным движениям желудка, пища в нем во время переваривания как бы взбалтывается, тщательно перемешиваясь с желудочным соком. Движениями желудка пища, смешанная с соком и переваренная им, постепенно переводится в кишки. Первый отдел кишок, куда поступает пища из желудка, носит название двенадцатиперстной кишки. Такое название дано этой части кишок потому, что длина ее приблизительно равна ширине 12 пальцев руки взрослого человека. Эта часть кишки укреплена почти неподвижно к позвоночнику. Она очень важна в деле обработки пищи. У места выхода из желудка в двенадцатиперстную кишку находится мощный мускул, состоящий из кольцеобразных волокон. Это — так называемый привратник. Он контролирует поступление содержимого желудка в кишку. От его бдительности зависит предохранить двенадцатиперстную кишку от переполнения ее содержимым желудка. Привратник очень чувствителен к механическим раздражениям. Из желудка он пропускает только измельченные полужидкие вещества. Сколько-нибудь плотные, плохо переваренные вещества привратник

¹ Для наблюдения за ходом отделения желудочного сока при разного рода пище, у собаки из желудка выкраивается лоскут, из которого делается слепой мешок, разобренный от остальной части желудка, но сохранивший с ним связь при посредстве кровеносных сосудов и нервов. Такой мешок является как бы зеркалом желудка. Действительно, по работе этого небольшого выделенного отдела желудка мы можем судить о том, что делается в желудке. Способ образования такого «малого желудка» показан на рис. 44. Опыт ставят так, что кормят животное той или иной пищей и по отделению сока из малого желудка судят о деятельности большого.

Таким путем, например, выяснилось, что после кормления хлебом выделяет сок наиболее богатый ферментом. Меньше всего сока выделяется на молоко. Этот сок сравнительно беден ферментом. Сок, отделяющийся на еду мяса, по богатству ферментами занимает среднее место. Из изложенного ясно, насколько важны подобные опыты для решения целого ряда вопросов относительно питания.

задерживает. Что же заставляет привратник раскрыть вход в кишечный тракт? Это — кислота желудочного содержимого. Она заставляет привратник расслабиться и тем открыть выход из желудка. Выйдя из желудка в двенадцатиперстную кишку, кислое содержимое желудка встречает здесь иные химические условия, именно — щелочную реакцию, характерную для двенадцатиперстной кишки. Для стенки этой части кишечного тракта кислое содержимое желудка является необычным раздражителем. В стенке этой части кишок заложен особый нервный механизм, связанный с привратником: он передает рефлекторно привратнику приказ сжать свои волокна. Таким образом предотвращается переполнение двенадцатиперстной кишки кислым содержимым желудка. Интересный механизм!

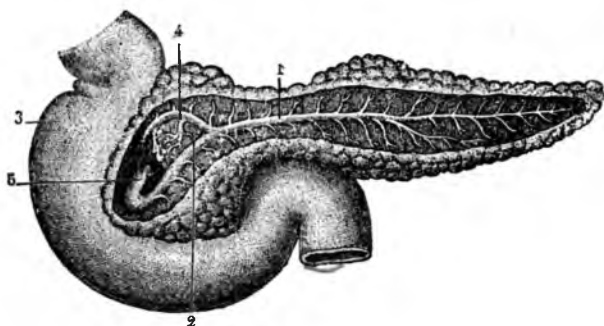


Рис. 46. Поджелудочная железа и ее отношения к двенадцатиперстной кишке. Железа разрезана, чтобы показать ее проток (1); 3 — двенадцатиперстная кишка.

Кислота по одну сторону привратника — именно в полости желудка — вызывает его раскрытие. Выйдя в двенадцатиперстную кишку и действуя по другую сторону привратника, та же кислота вызывает его сжатие. Это состояние сжатия привратника является, таким образом, рефлексом на кислоту. Рефлекс этот длится в течение всего времени, пока в полости двенадцатиперстной кишки имеется кислота. Во все это время привратник сжат и не пропускает содержимого желудка.

Пищеварение в кишках.

В самом ближайшем к желудку отделе кишок, в так называемой двенадцатиперстной кишке, поступившая из желудка пищевая кашица обрабатывается следующими соками: соком поджелудочной железы, желчью и продуктами деятельности желез стенок кишки — кишечным соком. Сок поджелудочной железы является продуктом деятельности большого органа, расположенного вблизи желудка.¹

¹ У некоторых животных эта главная пищеварительная железа расположена в пластинке, на которой укреплена кишка (в брыжейке).

Продукт деятельности железы по особому каналу (проток железы) направляется в двенадцатиперстную кишку, вливаясь в то же место, куда вливается продукт деятельности печени — желчь. Сок поджелудочной железы представляет собою бесцветную жидкость¹ с сильно-щелочной реакцией от богатства углекислым натрием. Сок обладает резким расщепляющим действием на все три главные вида пищевых веществ.

Таким образом в соке поджелудочной железы надо признать наличие трех ферментов. Фермент, действующий на белки, носит название трипсина. Действие его отличается от действия желудочного пепсина тем, что оно совершается в щелочной среде и простирается дальше, раскалывая частицу белка на более мелкие осколки, именно до аминокислот, т.е. до тех именно групп, из которых, по современным воззрениям, построена частица белка. Фермент, действующий на крахмал, называется амилазой. Его действие ничем не отличается от действия слюнного пталина. Он также превращает крахмал в более простое вещество (мальтозу). Третий фермент рассчитан на расщепление жиров. Этот фермент — липаза — расщепляет жиры на их составные части: на глицерин и сложные органические кислоты.²

Отделение сока поджелудочной железы происходит по тому же плану, как и отделение желудочного сока. И здесь мы встречаемся прежде всего с рефлекторными влияниями. Влияния эти, правда, здесь не так ярки, их труднее обнаружить. Тем не менее, удалось доказать, что раздражением идущих к поджелудочной железе нервных веточек можно вызвать отделение сока из этой железы. Гораздо большее значение имеет здесь местная фаза. Она вызывается раздражением стенки двенадцатиперстной кишки к и с л ы м содержимым, поступившим из желудка. Это, так сказать, химический рефлекс на раздражение стенки кишки кислотой; нельзя не видеть в этом целесообразного приспособления организма.

Целесообразность эта станет еще яснее, если мы обратим внимание на то, что сок поджелудочной железы нужен не только как богатый ферментами химический реактив.

¹ Разработан способ получения чистого сока поджелудочной железы непосредственно из протока, выведенного наружу.

² Жиры по своему химическому строению состоят из глицерина и какой-нибудь из так называемых жирных кислот. В сложных жирах — этих кислот несколько. При действии фермента-липазы частица жира расщепляется на свои составные части; отщепляющиеся кислоты, встречаясь с щелочами, дают соли. Соли жирных кислот составляют то, что мы называем в обыденной жизни мылом. Вот почему весь процесс расщепления жира с образованием солей жирных кислот назван о м ы л е н и е м ж и р о в.

Он играет еще важную роль у с р е д н и т е л я (нейтрализатора) кислого содержимого желудка. В кишечном тракте, как мы увидим дальше, обработка пищи (пищеварение) требует щелочной реакции. Ферменты поджелудочной железы не могут развить своего действия в присутствии свободной кислоты. То же самое имеет место и в кишках. Здесь все рассчитано на щелочность содержимого. Отсюда понятно, как важна роль богатого щелочами сока поджелудочной железы и как важно то, что именно кислоты могут вызвать его обильное отделение, действуя на стенку двенадцатиперстной кишки. Здесь, очевидно, заложены особые нервные аппараты, своего рода химики, чувствительные к раздражению кислотой. С такого рода аппаратами мы уже встречались, когда речь шла об управлении открытием и закрытием входа в кишки. Помните, и там раздражение к и с л о т о й стенки двенадцатиперстной кишки вызывало рефлекс на мускул привратника, в виде сжатия этого мускула. Какая тонкость приспособления, какая точность действия аппаратов, какая саморегуляция явлений, когда кислота сама вызывает отделение того сока, который должен ее нейтрализовать! Глава о пищеварении тем особенно и ценна, что здесь мы проникли глубоко в механизм взаимных связей между отдельными явлениями, и общая картина согласованности действий в организме проявляется здесь ярче и цельнее, чем в других, менее исследованных отделах нашей науки.

Желчь и ее действие.

Кроме сока поджелудочной железы, в двенадцатиперстную кишку вливается еще продукт деятельности объемистого органа, расположенного в правой части брюшной полости. Этот орган известен под именем п е ч е н и.¹ Всем знакома также и ж е л ч ь, являющаяся продуктом деятельности клеток печени. Желчь бывает различного цвета: от оранжевого до желто-бурого или зеленого. Она имеет слабо-щелочную реакцию. Состав ее очень сложен. Пищеварительное значение желчи в прямом смысле невелико. Непосредственно она не действует ни на белки, ни на жиры, ни на углеводы. Главное значение желчи — в облегчении условий действия ферментов сока поджелудочной железы. Установлено, что желчь усиливает действие ферментов этой железы и особенно жирового фермента — липазы. Кроме того, желчь облегчает образовавшимся из жира мылам прохождение сквозь стенку кишки. Простой опыт со смоченной желчью пропускной бумагой может нас убедить в этом своеобразном действии желчи. Смоченная желчью бумага лучше пропускает жир, чем обычная сухая или смоченная водой бумага.

¹ О печени и ее значении мы скажем дальше отдельно, так как печень выполняет несколько задач.

Еще более важное влияние желчь имеет на движение кишечника. Составные части желчи обладают свойством вызывать сокращение кишок и тем способствовать своевременному продвижению их содержимого. Опыт показывает, что при расстройствах в выделении желчи, когда ее поступает недостаточно, наблюдаются расстройства движений кишок. Движения их становятся слабыми, вялыми, и пищевая кашица, задерживаясь в кишках, подвергается здесь загниванию и отравляет наш организм продуктами гниения, которые сквозь стенку кишки поступают в кровь и лимфу. Так называемые запоры, т.е. задержка испражнений, нередко зависят от недостатка желчи. Что касается механизма отделения желчи, то здесь мы встречаемся впервые с непрерывной работой этого органа. Желчь отделяется независимо от приема пищи. Даже при голодании желчь продолжает отделяться.¹ По мере отделения желчь отводится по особому протоку в особоеместилище, расположенное под печенью, — в так называемый желчный пузырь. В кишку желчь поступает по мере надобности. И здесь мы встречаемся с регулирующим механизмом, заложенным в стенке двенадцатиперстной кишки. Опыт показывает, что приток желчи в кишку начинается спустя 15 — 40 минут с момента введения пищи в пищеварительный тракт. И здесь механизм, вызывающий приток желчи, оказывается заложенным в стенке кишки. Интересно, что раздражителем в этом случае является не кислота, а жиры и продукты, образовавшиеся в желудке от расщепления белков. В этом случае мы еще раз встречаемся с точностью и тонкостью приспособления организма. Стенка кишки обладает рядом нервных механизмов, играющих роль как бы химиков, анализирующих содержимое кишки и дающих приказы той или иной химической фабрике отпустить как-раз тот продукт, который нужен для обработки пищевой кашицы, в зависимости от ее состава. Кроме желчи и сока поджелудочной железы, в кишках имеется сок, выделяемый железами, вкрапленными в толщу кишечной стенки. Продукт деятельности этих желез представляется в виде щелочной, слегка опалесцирующей жидкости, желтоватого цвета. В ней содержится два фермента. Один из них действует на простые белковые тела, предварительно подвергшиеся действию трипсина или пепсина; фермент кишечного сока, называемый эрепсином, окончательно разрушает их до еще более простых соединений (аминокислот). Второй фермент не действует ни

Отделение
желчи.

Кишечный
сок.

¹ Это понятно, так как печень, как увидим дальше, служит не только целям пищеварения.

на один вид пищевых веществ. Он лишь помогает трипсину сока поджелудочной железы проявить свое действие. Этот фермент называют к и н а з о й, т.-е. двигателем, или возбуждателем. Действительно, если получить из протока поджелудочной железы чистый сок, то он совсем не будет действовать на белки. Стоит прибавить к нему ничтожное количество сока кишечных желез, как мощное действие трипсина проявится во всей своей силе.

Этим, в сущности, заканчивается обработка пищи. В дальнейшем на всем протяжении тонких кишок идет, в сущности, лишь продолжение обработки пищевой кашицы соками, примешавшимися к ней в двенадцатиперстной кишке и выделяемыми стенкой тонких кишок.

Всасывание. Здесь вступает в свои права другое явление, именно всасывание переваренных веществ стенкой кишки. Анатомия учит, что на стенках тонких кишок имеются особые аппараты, так называемые ворсинки (см. рис. 47 --- 49). Ворсинки эти играют роль главного всасывающего аппарата. Они напоминают собою микроскопически-малые насосы. Действительно, как показывают рисунки, в центре каждой ворсинки имеется канал, так называемый лимфатический сосуд, ведущий потом в лимфатическую систему, с которой мы уже знакомы. Здесь же имеется ряд капиллярных кровеносных сосудов. Если теперь обратить внимание на то, что ворсинка может, благодаря наличию мышечных пучков, сокращаться, то станет ясным, что пищевая жидкость, содержащая продукты переработки пищи, может всасываться ворсинками и в лимфатический сосуд, и в кровь. Во всех подробностях мы еще незнакомы с этим весьма важным отделом физиологии. Принимают, что продукты переваривания белков и углеводов поступают в кровь через кровеносную систему. Через лимфатические сосуды поступает, главным образом, жир. В этом нетрудно убедиться, вскрыв животное, убитое в разгар пищеварения, особенно после того, как оно накормлено было жирной пищей. Тогда все лимфатические сосуды кишок представляются переполненными жиром, просвечивая сквозь тонкую стенку кишки в качестве беловатых ниточек. Отсюда понятно, как должно страдать всасывание при заболеваниях кишок. Вот почему при этого рода болезнях люди так худеют. В организм у таких людей не поступает нужного им количества веществ.

**Толстые
кишки.**

При пищеварении, понятно, на ряду с нужными веществами образуется ряд отбросов, которые подлежат удалению; их называют каловыми массами. Кал образуется от сгущения полужидкой пищевой кашицы, поступающей из тонких кишок. Местом образования кала являются толстые кишки. Этот отдел пищеваритель-

ного тракта представляется в виде значительно более широкой трубки, по сравнению с тонкими кишками. Отсюда и его название. Толстые кишки короче тонких.¹ Они менее подвижны и расположены по краям брюшной полости, охватывая ее как бы неполным кольцом. Тонкие кишки впадают в толстые справа,

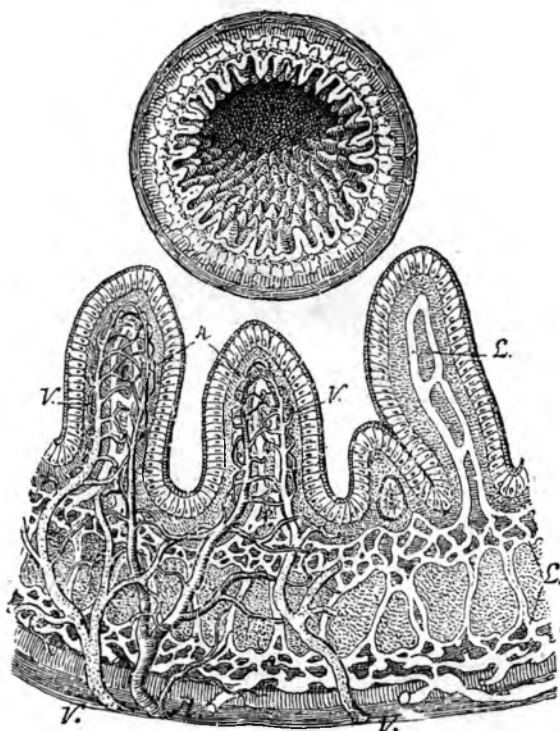


Рис. 47. Всасывающий аппарат тонких кишков. Вверху—поперечный разрез кишки. Видны многочисленные ворсинки. Внизу—продольный разрез, показывающий в увеличенном виде ворсинки с разветвленными в них артериями, венами и лимфатическими сосудами.

в место, которое носит название слепой кишки. От нее отходит небольшой червеобразный отросток, значение которого не выяснено.²

¹ Длина тонких кишков у человека принимается в среднем равной 5—6 метрам, длина толстых равна 1,3—1,6 метра.

² Этот небольшой орган нередко бывает причиной жесточайших страданий, а иногда и смерти. Стоит какому-нибудь предмету (например, косточка плода или даже глисты) закрыть отверстие в этот отросток, как живущие там в изобилии микробы начинают размножаться, происходит

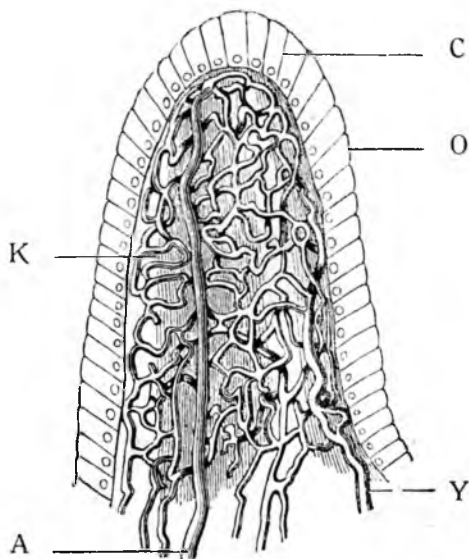


Рис. 48. Ворсинка тонкой кишки в разрезе. В центре — густая сеть кровеносных сосудов, представляющая собою разветвление артерии (А); V — относящая кровь вена; С — слой эпителия, покрывающего ворсинку.

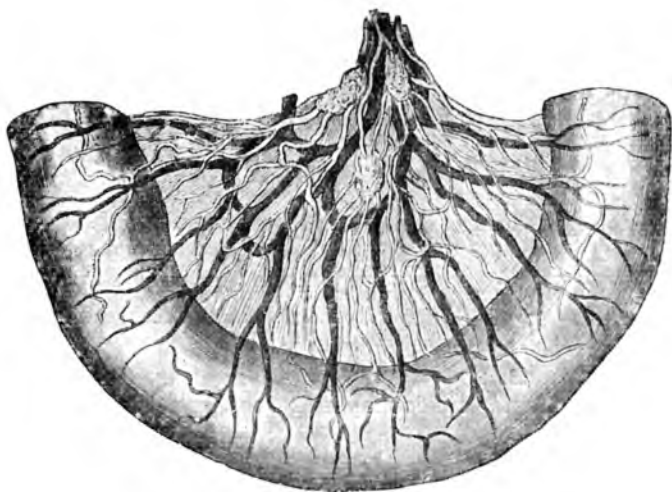


Рис. 49. Кишечная петля и ее всасывающий аппарат. Черным изображены кровеносные сосуды; светлые канальца — лимфатические пути, проходящие на своем пути через «лимфатические железы» (очистительный аппарат).

В толстых кишках пищевая кашка сгущается, теряет воду, всасываемую стенками толстых кишок, и таким образом превращается в каловые массы, извергаемые из организма через отверстие заднего прохода. Выбрасывание кала является сложным явлением, которое регулируется особым мускулом, зажимающим отверстие заднего прохода. Мускул этот управляется из спинного мозга особой группой нервных клеток, расположенной на уровне поясничной части спинного мозга.

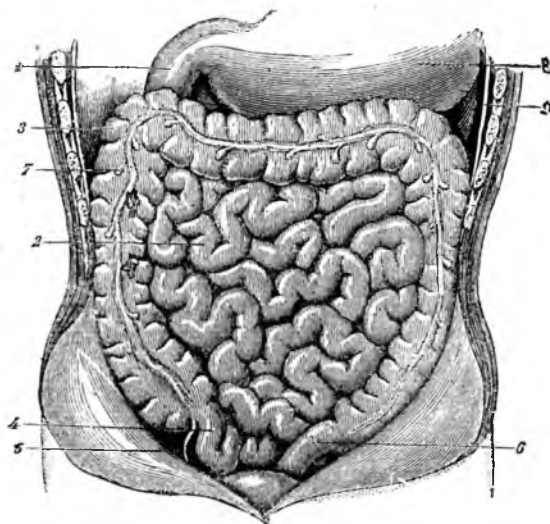


Рис. 50. Кишки и их расположение в брюшной полости. В центре — петли тонких кишок (2); 1 — двенадцатиперстная кишка; 3, 4, 6 — разные отделы толстых кишок; 4 — слепая кишка; 5 — червеобразный отросток; 6 — прямая кишка (последний отрезок толстой кишки, оканчивающийся заднепроходным отверстием); 8 — желудок.

К сказанному надо прибавить, что пищеварительный тракт в течение пищеварения проделывает ряд сложных движений.¹ Начиная с желудка и кончая последними отделами кишок

воспаление, которое может перейти на листок, выстилающий брюшную стенку. Микробы разовьются тогда во всей брюшной полости и, наконец, отравят весь организм. Вот почему врачи советуют в таких случаях прибегать к операции, удаляя отросток. Операция неопасная и производится ежедневно в самых обыкновенных больницах, не требуя от врача особой техники.

¹ Из анатомии известно, что в стенках желудка и кишок заложено много нервных аппаратов в виде отдельных клеток, клеточных групп и сплетения волокон. Очевидно, этим и объясняется известная автономность движений пищеварительного тракта.

у выходного отверстия, все части пищеварительной трубки совершают ряд сложных согласованных движений. Этими движениями и обусловлено как перемешивание пищи с различными соками, так и правильное и своевременное проталкивание пищевых масс по кишкам. Движения эти имеют иногда защитный характер. Все знают, что при переполнении желудка пищей или при введении в него резких раздражающих веществ наступает рвота, выбрасывающая излишек пищи. Рвота — сложное явление. В нем участвует много мышц. Управление этим актом происходит из продолговатого мозга, где имеется специальная группа нервных клеток, регулирующих действие мускулов, участвующих в рвоте. Все знают, что рвоту можно вызвать рефлекторно, раздражая заднюю часть ротовой полости. Кишки также могут защищаться от различных вредных веществ усиленными сокращениями. В этих случаях мы получаем всем известное явление, называемое поносом. Частые испражнения жидкого характера являются часто спасительным приспособлением организма, которое не всегда надо затормаживать, давая крепительные средства, иначе мы можем повредить организму, помешав ему выбросить ненужные, а может-быть и вредные вещества.

Последний вопрос, который напрашивается сам собою, это — почему стенки желудка и кишок, состоя из веществ, легко поддающихся переваривающему действию отделяемых ими соков, сами не подвергаются их разрушительному действию? Почему также паразиты, в виде различных животных из разряда червей, называемых нами глистами, могут безнаказанно жить в нашем пищеварительном тракте, купаясь в соках, в которых белковые тела тают, как сахар в воде?

Этот вопрос не может считаться окончательно решенным. Имеющийся сейчас материал позволяет объяснить это непонятное на первый взгляд явление присутствием в стенках пищеварительного тракта и в живущих здесь паразитах особых парализующих веществ, — так называемых антиферментов. Вещества эти обладают способностью мешать проявлению действия ферментов. Антиферменты существуют лишь в нормальных и хорошо питающихся тканях. Этим объясняют, между прочим, происхождение язв желудка от недостаточного снабжения того или иного места желудка кровью.

Щелочность содержимого кишечника, при обилии там белковых веществ и благоприятной температуры (около 38 — 39°), обуславливает развитие громадного количества различных микробов. До известной сте-

Антиферменты.

Микробы кишечного канала.

пени микробы эти, поскольку они разрушают белок, даже помогают организму, пока их действие идет в том же направлении, что и действие пищеварительных соков. С этой точки зрения микробы в кишечном тракте являются полезными для организма. Беда, однако, в том, что нередко деятельность микробов заходит дальше, чем следует, и они могут дать ряд продуктов, отличающихся большой ядовитостью для организма. Понятно, что таким путем они могут отравить наш организм. Правда, не всегда это отравление носит бурный и резкий характер. Возможно медленное, постепенное отравление. Наш соотечественник, известный ученый И. Мечников, которому наука обязана выяснением многих сторон борьбы организма с микробами,¹ обратил внимание на эту опасную деятельность микробов в кишечном канале и искал способов ограничить развитие микробов в кишечнике. Попытки убить микробов и тем освободить кишечник от их присутствия, понятно, не привели к желательному результату. Чтобы убить микробов в кишечном канале, надо создать там такие условия, которые окажутся для организма опаснее самих микробов. Поэтому Мечников предложил другой путь. Он задумал воспользоваться враждебностью микробов друг к другу и разной степенью их стойкости. Микробы, как и высшие животные, борются друг с другом за пищу. В этой борьбе выживают те, кто сильнее и лучше приспособлен к жизни при разных более или менее неблагоприятных условиях. Мечников нашел, что среди массы микробов, находящихся в окружающем нас мире, имеются безвредные для организма палочки, любящие жить на молоке, вызывая его скисание, т. е. попросту — образование простокваши. Мечников предложил систематически вводить эти палочки² в организм, заселяя таким образом наш кишечный канал этими неопасными для нас микробами. Опыт показал, что палочки, вызывающие скисание молока, вытесняют из кишечника другие, опасные для нас микробы, вызывающие гниение белков и образование из них вредных продуктов, медленно отравляющих организм. Мечников несомненно впал в преувеличение, мечтая заселить кишечник сплошь предложен-

¹ Явления фагоцитоза, например, изучены были именно Мечниковым, который указал на значение этого, известного и ранее, явления в деле борьбы организма с посторонними веществами и, в частности, с заразными микробами.

² Это — так называемые палочки молочнокислого брожения. Существует много видов этого рода микробов. Мечников предпочел тот вид палочек, при помощи которых получают простоквашу из молока в Болгарии. Отсюда этот вид получил название «палочка болгарской простокваши». Широкому применению простокваши в Болгарии Мечников склонен был приписать частые случаи долголетия (100 и более лет), нередко встречающиеся по статистике среди крестьян в Болгарии. Причины долголетия, однако, много сложнее, чем думал Мечников.

ными им микробами. Истина, как и всегда, как говорится, посредине между двумя крайностями. Употребляя по временам простоквашу, мы, конечно, несколько можем уменьшить количество других микробов. Вряд ли, однако, мы можем целиком их изгнать из нашего кишечника и заселить его сплошь мирными поселенцами, которые будут работать лишь нам на пользу, каковыми рисовались Мечникову палочки болгарской простокваши.

Кроме того, мы еще не знаем, какую роль в организме играют микробы, живущие в кишечном тракте, и можно ли, без вреда для организма, заменять их другими микробами.

VIII.

ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ И ИХ СОСТАВ.

Пищевые вещества и их значение. — Витамины. — Значение разных видов белка. — Белки полноценные и неполноценные. — Вкусовые вещества и их значение. — Превращение энергии в организме. — Пища и труд. — Основы учета обмена веществ и энергии. — Сколько энергии содержат белки, жиры и углеводы. — Закон замены пищевых веществ (изодинамия).

После знакомства с пищеварительным аппаратом нам надо перейти к целому ряду важнейших в практическом отношении вопросов, связанных с питанием. Прежде всего надо ответить на вопрос: чем выгоднее всего питаться? В каких веществах нуждается организм наш и в каком количестве? Решение этого вопроса особенно важно там, где речь идет о питании масс, так как ошибки здесь могут причинить непоправимый вред как питаемым, так и общей экономике питающих организаций.

Чтобы уяснить себе, в каких именно веществах нуждается организм, надо вспомнить сказанное раньше о значении пищевых веществ. Помните, мы отметили, правда вскользь, что пища играет в организме двойную роль: прежде всего, это — тот починочный материал, из которого организм строит свои клетки и ткани, постоянно гибнущие от изнашивания во время работы. Сюда же относится деятельность организма по выработке различных сложных веществ, как, например, пищеварительные соки, защитительные вещества и т. п. Кроме этого, пища имеет для организма то же значение, что топливо для машины, т. е. является источником энергии, за счет которой организм производит различные виды работы. Таким образом при оценке пищевых веществ надо подходить к ним с этих двух точек зрения, давая себе отчет, насколько данный вид пищи удовлетворяет организм, давая ему необходимый починочный материал и нужное

количество энергии для той работы, которая требуется от организма в данный момент. Отсюда становится ясным и вопрос о том, какая именно пища нам нужна и в каком количестве. С точки зрения починочного материала пища должна содержать в своем составе все те вещества, к а к и е в х о д я т в с о с т а в о р г а н и з м а. Вспомним сказанное раньше. Организм наш состоит из белков, жиров, углеводов, воды и разных солей. Эти вещества и должны присутствовать в нашей ежедневной пище. Все, например, знают по опыту, что нельзя сколько-нибудь долгое время оставаться без воды. Это — рядом с кислородом воздуха — главнейшая составная часть нашей пищи. Известны случаи, когда люди по разным причинам¹ оставались без пищи десятки дней. Без воды организм жить так долго не может. Уже через несколько дней наступает смерть.

Так же точно необходимы и минеральные соли, как, например, всем нам известная поваренная соль, которая входит, как составная часть, во все наши кушанья. В отсутствие солей организм заболевает. Причина этого нам отчасти должна быть понятна. Соли входят, как составная часть, во все соки нашего организма. От присутствия их в среде, окружающей клетки, зависит количество поступающей в клетку и отдаваемой ею воды. Поскольку вода является основным, необходимейшим для жизни клетки веществом, постольку и соли, как регуляторы притока и оттока воды, имеют первостепенное значение для клеток и тканей. Мы уже отмечали, насколько чувствительны клетки к присутствию солей в окружающей их жидкости. Кроме того, соли входят в организмы, как составные части тела клеток и как материал для целого ряда продуктов, вырабатываемых организмом. Примером может служить соляная кислота желудочного сока, вырабатываемая желудочными железами за счет поваренной соли. Лишая организм поваренной соли, мы можем понизить содержание кислоты в желудочном соке.

Значение белковых веществ для организма ясно из того, что главная масса каждой клетки построена из белковых веществ. Если принять во внимание, что организм животного, по имеющимся данным, лишен способности строить белки из более простых химических соединений, то станет ясной необходимость вводить с пищей некоторое количество белка, в качестве строительного материала. Белок в этом смысле ничем другим заменен быть не может. До сих пор мы имели дело с веществами, играю-

¹ Сюда относятся случаи религиозного фанатизма, заставлявшие людей десятки дней оставаться без пищи. Известны и профессионалы, которые за плату предоставляли себя в распоряжение ученых для изучения явлений голодания. Некоторые оставались до 30 дней без пищи. Итальянец Суччи, на котором произведен ряд весьма ценных наблюдений, оставался без еды (принимая только воду) 30 дней.

щими роль строительного материала по преимуществу. Правда, белок может быть и источником энергии, представляя собой вещество очень сложного состава, которое, распадаясь на более простые вещества, способно дать некоторое количество энергии. Однако, главная роль белка в организме не в этом. Он нужен организму, как строительный материал.

Углеводы и жиры играют роль главным образом топлива. Это — источник энергии. Отсюда понятно, что в известных пределах их можно заменять друг другом. Вот главные вещества, входящие в состав нашей пищи, и их значение.

Витамины. Опыты последних лет показали, что организм нуждается еще в особых веществах, которые нельзя отнести ни к одному из упомянутых видов веществ.

Давно было подмечено, что, давая животному смесь белков, жиров, углеводов, солей и воды в чистом виде, после очистки этих веществ в лаборатории от примесей, мы не можем поддержать жизнь животного, и оно со временем погибает. Рост его, если оно молодо, прекращается, появляются признаки заболевания, постепенно сводящего животное в могилу. Явление на первый взгляд странное. Мы даем животному все, что нужно и для строительных надобностей организма, и для производства работы. Между тем, животное гибнет. Очевидно, ему чего-то не хватает в нашей искусственно составленной пище. Целый ряд опытов выяснил, что в естественной пище, на ряду с известными нам веществами, имеются еще неизвестные нам вещества, выделить которые пока не удалось, но присутствие которых необходимо для жизни организма. Вещества эти называются разными именами. Чаще всего их называют **витаминами**. Может показаться странным, как можно говорить о необходимых веществах, которых никому еще не удалось получить, в более или менее значительном количестве, в чистом виде. С таким примером мы уже встречались, когда речь шла о ферментах пищеварительных соков. Там тоже мы не могли получить сколько-нибудь значительные количества ферментов, а судили об их присутствии по их действию. Так и в данном случае. Наблюдая питание как животных, так и людей пришли к выводу, что одних белков, жиров, углеводов, солей и воды недостаточно. Нужны еще какие-то особые вещества. Кроме лабораторных опытов, богатый материал в этом отношении дала нам сама жизнь. Известно, что на востоке одним из главных питательных продуктов является рис, играющий там роль нашего хлеба. С введением на востоке европейской культуры были ввезены наши машины, тщательно очищающие рис от отрубей (верхняя кожица). Народы востока стали питаться лучше очищенным рисом. Казалось бы, что питание их должно было бы от этого

выиграть. Оказалось неожиданно обратное явление. После введения более тщательной обработки риса появилась особая болезнь (так называемая б е р и-б е р и), от которой погибло немало народа. Долго не могли понять причины этой болезни. Только после опытов на птицах, которых кормили рисом, лишенным отрубей,¹ выяснилось, что причина болезни заключается в удалении отрубей и с ними какого-то вещества, крайне важного для организма. Эти опыты были повторены в разных лабораториях, и все привели к одному и тому же результату: ж и в о т н о е заболевает и гибнет, если его кормить т щ а т е л ь н о отполированным рисом. Больное животное можно вылечить, если ему ввести в организм рисовые отруби или вытяжку из этих отрубей. На основании таких наблюдений пришли к выводу, что в нормальной пище находятся какие-то вещества, отсутствие которых вредно для организма. Так как веществ этих еще никто не выделил в чистом виде, то мы ничего не можем сказать об их составе и природе.

Наблюдения показывают, что таких веществ, повидимому, несколько видов, которые отличаются друг от друга по своим свойствам и действию. Американские физиологи предложили обозначать их временно буквами азбуки. Сейчас уже можно различать витамины А, В, С.

Витамин А находится в жирах. Ими особенно богат рыбий жир. Этот вид витамина влияет на рост и развитие молодых организмов. Если в пище молодого животного будет не хватать этого витамина, его рост и развитие остановятся, и он отстанет в развитии по сравнению с животным, питающимся нормально. Другой вид витамина—В—находится в водных растворах, например в сыворотке молока. Его отсутствие вызывает ряд расстройств в организме, напоминающих ту болезнь бери-бери, о которой мы говорили выше.² Наконец, витамин С предохраняет организм от заболевания известной нам болезнью—цингой. Кормя животное пищей, лишенной этого витамина, мы можем вызвать у него болезнь, очень сходную с цингой. Сейчас описаны и другие виды витаминов (А¹, В¹, А², В²). Мы не можем входить в подробности этого интересного, но пока еще во многом неясного для самих ученых вопроса. Очевидно лишь то, что в нормальной пище, кроме нам известных, действительно имеются особые вещества, ч р е з в ы ч а й н о важные для организма. При оценке способов питания надо уже теперь принимать во внима-

¹ У птиц появляются признаки слабости, заболевание нервов, затем судороги и смерть.

² Сейчас выяснено, что отсутствие витамина В отражается вредно на составе крови: резко меняется состав крови, — она становится беднее железом.

ние наличие витаминов в пище. Пища без витаминов должна считаться вредной для здоровья. Где же находятся витамины? Мы уже отметили некоторые виды пищи, особенно богатые витаминами. Это—жир животных, как, например, рыбий (тресковый) жир, коровье масло и т. п. Этот вид витамина особенно ценен для детей и юношей в период роста и развития. Вот почему следует давать им в пищу животный жир. Этим объясняется обычай кормить детей рыбьим жиром. Растительные масла не содержат витамина А и потому ими нельзя заменять животные жиры в пище молодежи. Богато витаминами также молоко. В этой естественной пище собраны разные витамины. Жир содержит витамин А (витамин роста), а сыворотка—другие виды витаминов. Теперь ясно, почему искусственное вскармливание детей приводит к их заболеваниям, а нередко и к смерти. Только свежее, цельное молоко может быть признано нормальной пищей для детей, особенно в раннем возрасте.

Неисчерпаемый источник витаминов дают нам овощи, зелень и плоды, а также ягоды. Растительный мир, повидимому, и является той лабораторией, в которой вырабатываются витамины. Животные получают их уже в готовом виде.¹ В практическом отношении важно свойство витаминов разрушаться при нагревании. Высокие температуры губят витамины. Может-быть этим и объяснялись случаи цынги в нашей армии в минувшую войну, несмотря на сравнительно хорошее питание отдельных частей войск. Способ приготовления щей и борща, этих богатых витаминами наваров из овощей и зелени, может способствовать разрушению витаминов. Действительно, варка щей в котлах походных кухонь происходит в течение долгого времени (иногда несколько часов), при чем котел прикрыт плотно привинченной крышкой. Как известно из физики, при таких условиях давление над жидкостью повышается, что вызывает в свою очередь повышение точки кипения. Витамины допускают лишь кратковременное нагревание до температуры кипения, и то если они находятся в кислых растворах. С этой точки зрения понятен обычай нашего народа готовить навар из витаминов именно в кислом растворе (щи, борщ и т. п.). Из сказанного понятно, насколько неблагоприятно питание консервами. Способ приготовления консервов основан на действии высоких температур с целью убить микробов и тем предохранить продукт от гниения и порчи. При этом разрушаются и витамины. Теперь ясно, почему при питании консервами нередко развиваются разные болезни и в том числе цынга. С каждым днем значение витаминов

¹ Богатство трескового жира витамином А не является противоречием. Треска сама не готовит этого витамина. Являясь хищником, она питается мелкой рыбой, которая, в свою очередь, получает витамин А от растений (водорослей), служащих ей пищей.

выясняется все более и более. Каждому необходимо иметь о них представление с тем, чтобы избежать тех последствий, которые грозят нашему здоровью от недостатка в пище витаминов. Прибавкой к пище зелени, овощей, плодов и ягод можно значительно усилить ее питательность. Многие животные инстинктивно ищут витамины. Собаки и кошки нередко едят траву и кал, богатый витаминами. В виду важности витаминов мы даем в приложении табличку, на которой отмечено богатство витаминами разных веществ, употребляемых в пищу. Напомним, что сейчас нельзя еще дать точных количеств витаминов в той или иной пище, так как сами витамины еще не получены¹ и точно не исследованы. Приводимая таблица (см. приложение) показывает лишь относительное количество витаминов, судя по силе действия данного вещества на организм. Особенно богаты витаминами прорастающие семена. В период прорастания в них происходит накопление витаминов. Этим можно воспользоваться для борьбы с цынгой и для предохранения от нее. Англичане пользовались таким приемом в своей армии во время интервенции на Архангельском фронте в 1918 — 19 гг. В условиях нашей деревни прорастающие семена могут оказаться очень удобным средством борьбы с цынгой. В виду этого мы даем в приложении описание их применения.

**Полноценность
белков.**

Выше мы отметили, что среди пищевых веществ на особое место надо поставить белковые вещества, как строительный материал и то сырье, из которого организм готовит нужные ему сложнейшие вещества первостепенной важности. Уже из самого определения ясно, что не все белки могут оказаться одинаково ценными и пригодными для нужд организма. Как для постройки, так и для организма необходим строительный материал определенного качества. Выше, говоря о строении белков, мы отметили, что по современным воззрениям белки представляются состоящими из аминокислот, при чем различные белки построены из различного сочетания аминокислот. Есть белки, не содержащие той или иной аминокислоты. Принимая во внимание, что некоторые аминокислоты необходимы для жизни организма, приходится признать, что не все белки одинаково ценны для организма. Отсюда пришли к делению белков на полноценные и неполноценные. Это также необходимо принимать во внимание при составлении пищевых норм и рационов. Иначе, при кажущейся достаточности пищи, организм будет недополучать ту или иную нужную ему аминокислоту.

¹ Японские авторы отмечают, будто им удалось получить витамин из кожины риса (оридзанин). Это утверждение нуждается в проверке.

К. П. Крайниковский.

Полноценными белками, т.е. такими, которые содержат все нужные нам аминокислоты, являются по большей части белки животного происхождения. В мире растительном многие белки лишены тех или иных аминокислот. Поэтому питание чисто растительной пищей, строгое вегетарианство, не всегда полезно организму. Хорошо, если вегетарианец так подберет себе пищу, что в ней будут как-раз полноценные белки. Может случиться, что среди белков его пищи будут в большинстве неполноценные белки. Вот почему признается лучшим питаться смешанной пищей. Наиболее подходящей для нас пищей считается такая, в которую входит, как часть, полноценный белок животного происхождения.

Вкусовые вещества. Говоря о пищевых веществах, мы не принимали во внимание так называемые вкусовые вещества, — как, например, горчица, лук, чеснок, перец и т. п. вещества, — из которых мы готовим различные приправы к нашим кушаньям. Из сказанного о значении аппетита, как показателя энергии деятельности органов пищеварения, ясно громадное значение этих веществ. Улучшая вкус пищи, они возбуждают аппетит и тем способствуют отделению желудочного и других пищеварительных соков. К сказанному выше об обстановке еды надо добавить важность и ее вкуса. Надо, чтобы пища раздражала нервные аппараты полости рта. Бесвкусная пища будет плохо перевариваться, как бы ни была она хороша по своим другим качествам. Сюда же надо отнести и разнообразие пищи. Нельзя по только-что высказанным соображениям питаться долго однообразной пищей. Она, как говорят, приедается. Переводя на наш физиологический язык, надо сказать, что частое употребление одной и той же пищи ведет к тому, что она начинает слабее раздражать вкусовой аппарат. Он утомляется от длительного однообразного раздражения. Мы говорим, что привыкли к данной пище: она нам надоела. То, что мы называем привычкой, есть выражение общего закона деятельности нервной системы, которая утомляется от однообразных повторяющихся раздражений. Чтобы поддерживать раздражимость вкусовых аппаратов на одном уровне, необходимо менять пищу возможно чаще. Это не трудно выполнить и при самых затруднительных условиях. Надо приложить лишь несколько внимания и общих знаний о законах питания организма.

Теперь мы подходим к практической стороне вопроса питания. Сколько пищи и какого качества необходимо для организма в зависимости от роста, возраста и профессии? Чтобы ответить на подобные вопросы, надо иметь, прежде всего, общую меру для измерения потребностей организма и для определения ценности

того или иного пищевого вещества. Дело сводится как бы к составлению баланса, к подсчету расходов организма на разные потребности и сопоставлению их с приходом в виде того или иного количества пищи.

Превращение энергии. Чтобы подойти к составлению такого подсчета, нам надо предварительно вспомнить некоторые данные физики относительно форм энергии и возможности ее измерения. В самом деле, подходя к подсчету трат вещества и энергии организмом, наталкиваешься на затруднения в виде разнообразия деятельности организма, на первый взгляд не поддающиеся даже учету. Эти трудности можно преодолеть лишь при условии возможности выражать всю разнообразную деятельность организма в виде какой-нибудь одной формы энергии. Современное развитие физики дает нам такую возможность. Физика учит, что все формы энергии могут быть превращены одна в другую. Примером служит электрическая форма энергии. Кто не знает, что движение машины на станции дает электрический ток, который мы можем превратить в свет, пустив его в лампы, в теплоту, нагрев им нашу печку, или же обратить его обратно в механическую форму, заставив его вертеть мотор, приводящий в действие станки, трамваи, подъемные машины и т. п. Весь вопрос для нас сводится лишь к тому, чтобы выбрать наиболее удобную практически форму энергии. Такой формой является тепловая энергия. Пользуясь вышеупомянутым законом превращения энергии из одной формы в другую, мы можем всю работу организма перевести в форму тепловой энергии. В эту же форму мы можем перевести и ту энергию, которая заключается в химической форме в нашей пище. Таким образом мы сможем сравнивать приход и расход организма в виде одной и той же формы энергии, выраженной в единицах тепла. Поступая так, мы делаем то же, что делают в торговле, когда все расходы и приходы выражают в единицах золота.

Предполагая у читателя знание основ физики, мы ограничимся здесь лишь напоминанием тех положений, на которых основана физиология обмена веществ и энергии в организме. Прежде всего нам важен тот закон физики, который гласит, что энергия едина. Она может менять лишь свои формы. Один вид энергии можно превращать в другой. При этом имеются определенные соотношения между количеством энергии затраченной и энергии, полученной в новой форме. Под энергией понимают способность к работе. Говоря, например: механическая энергия, — понимают под этим способность к перемещению какого-нибудь груза. Работу измеряют, помножив силу, вызвавшую перемещение груза, на величину перемещения. Так, например, если желают измерить работу, произведенную паровозом, помножат вес поезда на длину пройденного пути. Условились выражать работу в метрической системе. За единицу работы принимают обычно

работу, совершенную при перемещении одного килограмма на метр. Эту единицу называют килограммометром. Кроме этой системы сохраняется еще прежняя в виде измерения работы так называемыми лошадиными силами (Н.Р.). Одна лошадиная сила равна 75 килограммометрам. В электротехнике применяют для той же цели обозначение в килоуаттах. Один килоуатт (kw) соответствует 1,36 лошадиных сил, или около 100 килограммометров.

Возможность найти соотношение между тепловой энергией и энергией движения была известна уже на заре нашей культуры. Первый получивший огонь от трения каменной или дерева, в сущности, и открыл закон превращения энергии. После известных измерений Джоуля мы знаем, что существует точное соотношение между затраченной механической работой и нагреванием окружающей среды. Оказалось, что, затратив 427 килограммометров механической энергии, мы можем нагреть один килограмм воды на один градус. Это количество тепловой энергии получило название к а л о р и и и считается единицей тепла. Ее обозначают большой буквой К в отличие от единицы в тысячу раз меньшей (малой калории).

Помещая организм в особые условия, позволяющие улавливать отдаваемую им в внешний мир теплоту, вычисляя и переводя в тепловую энергию работу различных органов, вычислив траты организма на постройку органов и переведа ее также в теплоту, мы получим расход организма в виде единиц тепловой энергии. Теперь нам останется только подсчитать—также в тепловых единицах—запас энергии в нашей пище. Это можно сделать, определяя в особых аппаратах (так называемых к а л о р и м е т р а х), сколько единиц тепла даст данное вещество при его с г о р а н и и, т.е. при разрушении. Для большинства пищевых веществ такие определения сделаны, и составлены специальные таблицы, по которым всегда можно приблизительно узнать, к а к о й з а п а с э н е р г и и в виде единиц тепла заключается в том или ином виде пищи. Итак, мы имеем все для подсчета баланса, т.е. прихода и расхода нашего организма.

Подсчет всех трат организма показал, что при

Пища и труд. При полном покое, находясь в постели, организм взрослого человека теряет за сутки количество энергии равное в среднем 2000 калорий.¹ В зависимости от величины и тяжести работы эти траты, понятно, могут быть больше в среднем. Так, например, при сидячем образе жизни расход организма выражается в 2500 калорий. При средней умеренной физической работе расход доходит до 3000—3500 калорий. При чрезмерных видах работы расход может дойти до 5000—6000 калорий (пильщики, гонщики на велосипедных гонках и т. п.).

Для практических целей можно соединить главные виды работы в несколько групп:

I группа: сюда относятся лица, не производящие сколько-нибудь значительного физического труда (канцелярские служащие, ученые, студенты, портные, швеи и т. п.). Этим лицам

¹ При полном покое и даже во время сна большая часть органов, если не все, продолжают свою работу. Сердце сокращается, кишки движутся и работает, как известно, даже мозг (сновидения). Поэтому-то даже при полном покое требуется все же довольно значительный подвоз энергии извне.

необходимо для пополнения трат их организма не менее 2500 калорий в сутки.

II группа: лица физического, но не тяжелого труда (столяры, плотники, солдаты в обычное время). Трата организма этих лиц выражается за сутки в 3000 калорий.

III группа: рабочие физического труда с затратой значительного количества энергии; этим лицам необходимо до 3500 — 4000 калорий.

IV группа: лица тяжелого физического труда (рабочие на земляных работах, грузчики, пыльщики, крестьяне в страдную пору). Трата энергии этой группы достигает 5000—6000 калорий в сутки.

Расчет сделан, понятно, на взрослого мужчину. Женщина тратит лишь 0,8 того, что расходует мужчина. Дети еще меньше, соответственно своему возрасту.¹

Основы учета обмена веществ. Руководствуясь приведенными данными, мы можем в каждом отдельном случае примерно определить, какое количество энергии необходимо для покрытия затрат организма. Несколько труднее решить вопрос относительно потребностей организма в строительном материале. К этому вопросу надо подходить иначе. Зная, что главная масса клеток и тканей состоит из белковых тел, а в состав белков, как характерная их составная часть, входит азот, стараются определить приход и расход азота. Определяя, сколько мы вводим в организм азота и сколько его выделяется, мы можем решить вопрос, приобрел ли организм некоторое количество азота, или потерял его, почерпнув, очевидно, из своих собственных запасов. Для решения этого рода задач приходится прибегать к помощи химических способов. Определяют в течение некоторого промежутка времени, сколько азота вводится с пищей, и одновременно подсчитывают, какое количество азота покидает организм вместе с выделениями.² Разница нам покажет, в состоянии ли даваемая пища покрыть траты организма, или же она бедна азотом, и организму для покрытия расходов надо тратить свои запасы, разрушая белки собственного организма.³ Когда

¹ В круглых цифрах, трата детского организма выражается:
от 14 — 16 лет 0,8 трат взрослого мужчины;
» 13 — 14 » 0,7
» 10 — 13 » 0,6
» 6 — 9 » 0,5
» 2 — 5 » 0,4
ниже двух лет 0,3.

² Азот ищут в кале, моче, поте.

³ Организм, как известно, может работать некоторое время даже при полном отсутствии пищи. Не получая притока веществ и энергии извне, организм черпает и то, и другое из своих собственных запасов, всегда имеющих в том или ином количестве в организме в виде жира и углеводов.

при подсчете приход азота равен или почти равен его расходу, говорят об азотистом равновесии организма. С этого состояния обычно начинают все опыты по изучению влияния разных видов кормления. Вопросы этого рода очень важны не только в научном, но и в практическом отношении, так как на них основаны способы кормления как людей, так и животных. Только давая себе ясный и точный отчет относительно потребностей организма, можно экономически правильно поставить дело питания.

Оценка пищевых веществ по количеству заключающейся в них энергии.

Для того, чтобы от установки величины потребностей организма перейти к их удовлетворению, необходимо уметь оценивать разные пищевые вещества с точки зрения их способности покрывать траты организма. Поскольку мы траты организма выражаем в виде единиц тепловой энергии в больших калориях, очевидно, удобно и значение пищи перевести в те же единицы, т.-е. в б. калории. Это сделать не трудно. Для перевода химической энергии,¹ находящейся в данном пищевом веществе, в тепловую, достаточно сжечь его в особом приборе и измерить выделенную при этом теплоту. Такие приборы называются к а л о р и м е т р а м и, т.-е. измерителями калорий. Из физики вы уже знаете, как устроены такие приборы. Они представляют собою металлический сосуд, внутрь которого вводится исследуемое пищевое вещество. Сосуд этот погружен в другой сосуд, окружающий его, как муфта. В этом сосуде находится определенное количество воды. Когда вещество, введенное во внутренний сосуд, сгорает,² при этом, как известно,³ выделяется некоторое количество тепла, нагревающее стенки сосуда, а затем — соприкасаю-

Исхудание во время голодания является внешним признаком исчезания запасов организма. В крайних случаях, по истощении всех наличных запасов, организм начинает разрушать свои собственные ткани.

¹ Под химической энергией понимают энергию, затраченную при образовании данного вещества на сцепление атомов в частице и частиц между собою. При разрыве этой связи, что и имеет место при сжигании, энергия эта освобождается и может перейти в форму тепловой энергии.

² Для удобства, чтобы сгорание произошло мгновенно, во внутренний сосуд вводят кислород. Самое сжигание производится при помощи электрической искры. Ток проводится во внутренний сосуд к тому месту, куда помещают исследуемое вещество. Обычно для простоты расчета берут единицу веса вещества (1 грамм).

³ Выделившаяся—в результате разрыва связей между атомами и частицами исследуемого вещества—энергия переходит в тепловую, нагревает ближайшие стенки сосуда, а отсюда передается омывающей эти стенки снаружи воде. Количество этой воды и ее начальная температура точно устанавливаются до опыта. Предположим, что количество воды было 1000 граммов. Температура ее до опыта была 4°. После сгорания во внутреннем сосуде 1 грамма вещества температура воды стала 10°. Мы выражаем этот результат словами: «сгоревшее тело в 1 грамм заключало 6 (10 — 4) больших калорий».

шуюся с ними воду. Измеряя температуру воды до и после сжигания данного пищевого вещества и зная количество воды, определяют, сколько калорий выделилось от сжигания данного пищевого вещества. Очевидно, что то же количество тепловой энергии выделится и в том случае, если данное пищевое вещество сгорит в организме.¹

Мы уже знаем, что каждое пищевое вещество ценно своим содержанием в нем белков, жиров и углеводов.² Поэтому достаточно определить, сколько калорий выделяет каждое из этих веществ, чтобы иметь возможность определить общую сумму энергии в каком угодно виде и сорте пищи.³ Исследования показали, что один грамм различных углеводов (крахмала, сахара) дает приблизительно одно и то же количество энергии — именно около 4 калорий. Грамм жира дает больше энергии — именно около 9 калорий. Грамм белка дает среднее количество калорий — около 5. Принимая же во внимание, что белок не до конца сгорает в организме, принимают, что грамм белка дает не больше 4 калорий. Такие простые отношения дали повод к попыткам заменять одно вещество другим. До известной степени, с точки зрения введения в организм общей суммы энергии, это возможно. Приведенные отношения показывают, например, что грамм жира может замещать собою 2,6 грамма углеводов и такое же количество белков. Не следует, однако, забывать, что пища нужна не только как источник энергии, как своего рода топливо, но и как строительный материал. С этой точки зрения замену таких необходимых веществ, как например, белок, надо производить с большой осторожностью. К этому мы еще вернемся, когда будем говорить, сколько минимально необходимо белковых тел в суточном рационе.

¹ Закон Гесс-Бертело: количество тепла, выделенного при сгорании данного тела, не зависит от того, где сгорает это вещество и какие при этом образуются промежуточные химические вещества.

² Вода и соли, как вещества, не освобождающие в организме энергии, с этой точки зрения не принимаются во внимание. Их значение иное. Витамины, в виду их незначительного количества в пище, не играют значительной роли, как источник энергии. Их роль, как можно судить по имеющимся данным, сводится к подстегиванию тканей и клеток к работе и к регуляции химических явлений.

³ Для этого достаточно, взяв таблицы анализа разных видов пищи, посмотреть, сколько белков, жиров и углеводов содержится в данной пище. Чтобы определить, как велик запас энергии, надо число граммов белка и углевода помножить на 4,1, а число граммов жира — на 9,3. В результате получим количество энергии, заключенной в данной пище, в больших калориях. (К.)

IX.

НОРМЫ ПИТАНИЯ.

Питание жителей разных стран. — Сколько надо белков, жиров и углеводов вводить в нормальный суточный рацион. — Минимум белков и жиров, необходимый для жизни. — Питание и работа. — Пища, пригодная при технической и умственной работе. — Практические выводы из учения о питании. — Суррогаты пищи. — Консервы. Вегетарианство. — Опасности, сопряженные с недостаточностью ухода за пищевыми продуктами. — Вода и водоснабжение. — Болезни, зависящие от недостатков пищи и ненормальностей питания.

Минимум белка в рационе. В предыдущих главах мы познакомились со способами определения суммы энергии, заключающейся в нашей пище. Для правильной постановки дела питания, очевидно, мало знать, сколько надо ввести в организм энергии. Необходимо еще дать себе ясный отчет, в каком именно виде в данном случае выгодно дать организму требуемое количество энергии. Вопрос этот очень важен с точки зрения интересов организма, для которого, как мы уже знаем, пища играет роль не только как запас энергии, но и как необходимый строительный материал. Кроме того, при питании масс вопрос о том, в каком виде ввести в организм энергию, имеет еще и важное экономическое значение, поскольку при питании масс необходимо преследовать возможную дешевизну пищи. Соблюдая интересы организма, выгодно дать ему ту пищу, которая дешевле.

Так как богатая белками пища является в то же время и наиболее дорогой, то вопрос об удешевлении пищи сводится, в сущности, к вопросу о минимуме белка в суточном рационе. Вопрос этот получил особую остроту во время империалистической войны и соединенной с ней нехваткой пищевых продуктов во всех странах. В решении вопроса, получившего мировое значение, приняли участие ученые всех цивилизованных стран. В настоящее время считают, что суточная норма белка, необходимая для покрытия трат организма на постройку изношенных во время работы частей и на создание необходимых для него веществ, выражается примерно в количестве 70—80 граммов; французские ученые определяют это количество, относя его к весу тела, и считают минимум белка в сутки равным одному грамму белка на килограмм веса тела.

Это количество белка следует считать наименьшим, ниже которого не следует спускаться без риска для здоровья. Англичане предлагают поэтому несколько высшие нормы, именно до 100 граммов в сутки. Недостача белка в пищевом рационе может очень вредно отразиться на здоровье. Не следует забывать того, что мы сказали о защите организма. Помните, там мы отметили удивительную способность организма вырабатывать сложней-

шие вещества для борьбы с микробами и их ядами. По всем данным, вещества эти строятся организмом из белковых веществ пищи. Этим может-быть и объясняется то, что в результате голода возникают разные заразные болезни. Кроме общего ослабления организма от недоедания, несомненно, здесь играет роль и недостача того сырья, из которого организм готовит свои «лекарства». Однако, как мы видели выше, недостаточно знать, сколько надо белка. Необходимо обратить еще внимание на форму белка в рационе.

Значение белков животного происхождения. Выше мы упоминали, что белки различны по своему строению. Не все белки построены из одних и тех же аминокислот. Между тем, определенные аминокислоты необходимы для организма.

Отсюда — важность учета, какой именно белок надо давать организму. Надо вводить в рацион некоторую часть полноценного белка, т.е. белка, содержащего в себе все необходимые для организма аминокислоты. Такими белками являются по большей части белки животного происхождения. Белки, получаемые нами из растений, по большей части неполноценны. В них часто не хватает той или иной важной для организма аминокислоты. Лишь немногие белки растительного мира оказались полноценными. Отсюда — требование современных ученых давать около одной трети или, по меньшей мере, четверти всего белка в рационе — в виде животного белка.

Жиры. Дорогим продуктом является также и жир.

Поэтому вопрос о минимуме жиров в рационе также привлекал внимание ученых за последнее время. Жиры, в противоположность белкам, играют роль, главным образом, как источник энергии, служа как бы топливом для организма. Кроме того, с жирами, как мы уже отметили, в организм вводятся особые витамины (А), необходимые молодым, растущим организмам. Минимум жиров в суточном рационе взрослого мужчины считается равным 70—80 граммам.

Углеводы. Проще стоит вопрос с углеводами. Прежде всего, это — наиболее дешевый вид пищи. В виду этого

вопросом о минимуме углеводов в рационе занимались мало. Наоборот, старались определить, какое наибольшее количество углеводов может перенести организм за сутки без вреда для своего здоровья. Считают, что среднее количество углеводов за сутки может дойти до 500 — 600 граммов, а при усиленной работе — до 700 граммов.

Составление рациона. Теперь у нас имеются все данные для составления пищевого рациона при разных условиях. Соберем все, нами сказанное, и посмотрим, как практиче-

ски осуществляется определение или оценка рациона. Прежде всего, надо определить расход энергии организмом за сутки в зависимости от работы и условий жизни. Для этого существуют таблицы, составленные на основании опытов, произведенных различными учеными. В приложении мы даем такую таблицу. Очевидно, рацион должен, по меньшей мере, покрывать этот расход энергии и. Теперь мы должны обратиться к имеющимся в нашем распоряжении пищевым веществам. Запас энергии в пищевых веществах определен для большинства продуктов, и соответствующие величины можно также найти на таблицах. В приложении мы даем такую таблицу для наиболее употребительных у нас пищевых веществ.¹ В той же таблице мы найдем и данные о количестве белков, жиров и углеводов в разных пищевых продуктах. Руководствуясь данными о минимуме белка и жира и учитывая необходимость введения полноценных белков, мы сможем составить пищевой рацион в виде общего количества энергии и количества белков, жиров и углеводов, указав, сколько примерно надо тех или иных пищевых веществ. Не следует при этом забывать добавить: а) вещества, содержащие витамины, б) вкусовые вещества, в) соль и г) воду.

При вычислении по таблицам, сколько надо того или иного продукта, следует учитывать степень его усвояемости организмом. Не все то количество пищи, которое мы вводим в организм, идет целиком ему на пользу. Часть продуктов выбрасывается организмом не использованными. Это зависит во многом от степени обработки пищевых продуктов. Так, например, белый, хорошо выпеченный хлеб усваивается организмом почти вдвое лучше, чем черный из муки грубого помола да еще плохо пропеченный. На соответствующей таблице вы найдете данные о степени усвояемости различных веществ. Степень усвояемости надо оценивать отдельно для белков, жиров и углеводов. При общем валовом подсчете энергии сбрасывают около 10% на неусвоение. Теперь у вас имеются все данные для оценки рационов. Для упражнения оцените ваш собственный рацион, руководствуясь сказанным, при помощи приложенных в конце книги таблиц.

К сказанному о пищевых рационах следует, конечно, добавить необходимость принимать во внимание пол, возраст

¹ При пользовании таблицами надо не забывать, что результаты при этом получаются лишь приблизительные. Каждое пищевое вещество в данном месте может отличаться по своему составу от такого же вещества из другой местности. Поэтому в строго-научных опытах надо самому делать полный анализ данного вещества. Для практических целей в обыденной жизни достаточно пользоваться таблицами.

и характер работы. При прочих равных условиях женщине достаточно четыре пятых рациона мужчины. Рацион ребенка должен зависеть от возраста (см. стр. 149 прим.). По поводу кормления грудных детей необходимо заметить, что естественной пищей для них, конечно, является молоко матери. Этот вид пищи ничем другим не может быть заменен. Даже вскармливание грудью другой женщины является уже, в сущности, своего рода суррогатом. Громадная смертность детей в первый год их жизни, особенно у нас, зависит во многом от ненормальностей питания. Обычай заменять молоко матери искусственным вскармливанием является причиной гибели значительного количества детей в раннем возрасте. Даже в тех случаях, когда вскармливают молоком коровы или козы, нельзя говорить о нормальном питании. Молоко — слишком сложное вещество и резко отличается по своим свойствам у разных животных. Поэтому молоко коровы не может заменить целиком молоко человека. Кроме того, питание молоком животного заставляет давать его в кипяченом виде, так как молоко коровы или козы нельзя в большинстве случаев давать ребенку в сыром виде без опасности вызвать расстройства кишечника,¹ — приходится его кипятить. При этом витамины молока частично или совсем разрушаются, и ребенок таким образом лишается тех веществ, от которых зависит его рост и развитие. Вот почему даже в состоятельных семьях, где особенно тщательно относятся к питанию детей, вскармливание детей молоком животных влечет за собой их частые заболевания. К слову сказать, в молодом возрасте, в период роста и развития организма, полезно давать яичные желтки, в виду присутствия

¹ Даже самое свежее молоко, немедленно после выхода из молочной железы, содержит в себе некоторое количество микробов, попадающих с кожи сосков, рук доильщика и из других мест. При стоянии микробы эти быстро размножаются в столь благоприятной среде, как молоко. Вот почему волей-неволей молоко приходится кипятить для того, чтобы не дать там развиться микробам. Кроме того, в молоке коровы могут находиться палочки туберкулеза; в молоке козы — микробы, вызывающие особый вид лихорадки (мальтийская лихорадка). С рук доильщицы в молоко могут попасть палочки брюшного тифа и другие безвредные микробы.

В виду такой опасности от загрязнения молока, были попытки обезвреживать его. Наиболее распространенный в домашнем быту способ, это — кипячение. Неудобство его то, что при этом уничтожаются витамины, молоко теряет свои ценные свойства живой ткани организма и превращается в раствор солей, белков, жиров и углеводов. Поэтому пытались обезвреживать иначе. В городах молоко сохраняют в холодильниках. Пытались уничтожать микробов, применяя ультрафиолетовые лучи спектра, убивающие микробов, не разрушая витаминов. Этот способ оказался дорогим и неприменимым в широкой практике. В домашнем быту остается пока лишь сохранение в холодном месте и кипячение. Первый способ лучше, так как сохраняет витамины.

в них витаминов роста и особого органического вещества, так называемого лецитина, обладающего способностью благоприятно влиять на рост и развитие организмов.

При оценке состава рациона надо принимать также во внимание род работы. Так, например, было бы ошибкой давать рабочему физического труда и студенту или ученому, представителю умственного труда, те же самые пищевые вещества. Здесь надо руководствоваться не только суммой потребной энергии и минимумами белков и жиров, но еще и необходимостью дать вещества, облегчающие работу. Умственный труд сопряжен с тратой белковых веществ, особенно содержащих фосфор.¹ Понятно, что эти особые траты организма должны возмещаться дачей в пищу веществ, содержащих фосфористые соединения. Сюда относятся такие продукты, как мясо, мозги, яйца, желтки которых содержат органические соединения фосфора и железа. Кроме того, конечно, необходимы и те вещества, которые несколько возбуждают работу нервной системы. Сюда относятся напитки, как чай, кофе (настоящий), шоколад, какао и т. д. Все перечисленные вещества в натуральном виде содержат особое вещество, так называемый кофеин, возбуждающий нервную систему. Суррогаты этих веществ, понятно, заменить их не могут. Как возбудитель нервной системы, полезен также и спирт, но только в небольших количествах. Введенный в организм в значительном количестве, он оказывает, как увидим ниже, парализующее действие на нервную систему.

После сказанного нам становятся понятными особенности питания различных народов и групп населения. Так, например, известно, что жители полярных стран питаются значительными количествами жира. Это соответствует необходимости пополнять громадные траты тепла. В наших широтах мы обычно летом избегаем жирной пищи. Это — также регуляторный механизм организма. Когда тратится больше тепла, организм запрашивает пищу, способную дать больше тепла при сгорании ее в организме. Летом, когда траты тепла организмом меньше, уменьшается и склонность к жирной пище.

Жители жарких стран сравнительно мало пользуются жирами, питаются главным образом плодами и овощами.

¹ Известный физиолог Молешот выразил влияние фосфора на работу мозга в виде известного в свое время изречения: «без фосфора нет мысли». Действительно, опыт показывает, что во время усиленной умственной работы (например, у школьников во время экзаменов) в организме наблюдается увеличение выделения в моче фосфора (моча от обилия фосфорнокислых солей нередко становится даже мутной).

Таким образом к тем практическим выводам, которые мы сделали из предыдущих глав, надо добавить еще необходимость считаться при составлении рациона с особенностями работы, полом, возрастом и климатом. Понятно, что при питании особых групп населения надо принимать во внимание и их укоренившиеся привычки. Так, например, было бы ошибкой, руководствуясь нашими вкусами, давать привычную для нас пищу, например, южному славянину (сербу или болгарину). Наша пища на его вкус окажется пресной и бесвкусной. Она не вызовет отделения того количества «аппетитного» сока, которое нужно для переваривания. Южанам необходимо, считаясь с их привычками, давать гораздо больше пряных и вкусовых веществ, как, например, перец, чеснок, лук и т. п.

Уход за пищевыми веществами. Необходимо сказать еще несколько слов об уходе за пищевыми веществами и об их хранении. Нет надобности говорить, конечно, о том, что пища должна готовиться из свежих продуктов. Современная техника дала нам в руки могучее орудие в виде применения холода. Вы знаете, что понижение температуры ослабляет и замедляет химические явления и развитие микробов. Этим пользуются для предохранения продуктов от порчи. Для этого в больших городах имеются особые здания, так называемые холодильники, в которых пищевые вещества могут храниться несколько дней при температуре 2 — 4 градуса ниже нуля и постепенно выпускаться на рынок в неиспорченном виде. Развитие этого способа хранения пищевых веществ дало возможность привоза издалека таких скоропортящихся продуктов, как, например, мясо. На пароходах-холодильниках мясо может доставляться издалека. Например, в минувшую империалистическую войну английская армия, воевавшая во Франции, получала мясо из Новой Зеландии! По вкусу такое мясо мало чем отличалось от мяса, полученного от скота, убитого здесь же на месте. В частных хозяйствах, в домашнем быту, надо соблюдать ряд мероприятий против порчи мяса. Если нет ледника, то можно мясо держать в подвешенном состоянии: под действием воздуха мясо подсыхает, на поверхности его образуется корка, предохраняющая толщу мяса от порчи. После сказанного о значении микробов и роли насекомых в их распространении, понятно, нет особой надобности предупреждать о необходимости оберегать мясо, как и другие продукты питания и посуду, от посещения таких непрошенных и нежеланных гостей, как насекомые или мыши и крысы. Сделать это не особенно трудно. Надо лишь немного внимания и терпения.

Консервы. Распространен также способ питания консервами. Как мы уже отмечали выше, консервы имеют тот недостаток, что не содержат вовсе или очень мало

витаминов, которые разрушаются при действии высоких температур, применяемых при изготовлении консервов, ради того, чтобы наверняка убить микробов. В этом отношении лучше те овощи и плоды, которые высушены на солнце. В этого рода консервах часть витаминов сохраняется.

Пища как источник заболеваний. Пищевые вещества нередко являются источником заболеваний. Это — те случаи, когда на них развиваются микробы. Все знают, что время от времени бывают случаи отравления мясом, консервами, колбасой и другими пищевыми продуктами. Для предохранения от таких заболеваний надо тщательно следить за подбором пищевых веществ при их покупке. Кроме того, и самый способ приготовления может нам помочь избежать заболевания. Всякие сколько-нибудь подозрительные продукты, если их необходимо обязательно пустить в употребление, надо подвергать действию высоких температур, даже если приходится пожертвовать в данном случае витаминами. Наблюдающиеся случаи отравления рыбой (красной), даже свежей, пока еще мало выяснены. Очевидно, здесь дело идет о каких-то ядах, образующихся в мясе рыбы в зависимости от условий ее ловли, приготовления, а может-быть и от сезона. Для избежания опасности отравления¹ лучше мясо красной рыбы не применять в сыром или жареном виде. Хорошо проваренное мясо не ядовито, ибо органические яды, как мы не раз уже указывали, разрушаются при кипячении.

Спирт. В заключение надо сказать несколько слово спирте, как пищевом веществе, в виду распространенности применения этого вещества во всем мире и особенно у нас. В народе сложилось мнение, что спирт а) подкрепляет, б) дает уверенность и смелость,² в) предохраняет от голода и г) даже обладает целебными свойствами, излечивая многие болезни; кроме того, он облегчает пищеварение. Во всем этом есть, конечно, доля истины. Так, например, мы знаем, что спирт влияет на отделение желудочного сока, вызывая работу желудочных желез. С этой точки зрения полезен обычай принимать до пищи небольшое количество спирта. Прибегать к этому, однако, вряд ли надо при обычных условиях. Спирт может оказаться полезным там, где нет условий для нормального отделения «аппетитного сока», — например в походе, когда обстановка не располагает к пище, а самая пища является необычной и мало способна вызвать аппетит. Точно так же в условиях

¹ Явления отравления рыбой протекают очень бурно и могут в несколько часов окончиться смертью. Рыбный яд — один из самых сильных ядов органического характера.

² Народ выразил это характерной поговоркой: «пьяному море по колено». Эта поговорка раскрывает и сущность все действия спирта. Сущность эта сводится к самообману!

похода, охотничьей и вообще бродячей жизни, когда надо быстро согреться, небольшое количество спирта может оказаться полезным. Спирт может дать при сгорании в организме значительное количество тепла.¹ Точно так же и при особых случаях в жизни, когда надо, что называется, «набраться храбрости», спирт может оказать услугу. В медицине его давно употребляют в небольших количествах для действия на сердце и нервную систему. С этой точки зрения полезно применять его по временам и лицам умственного труда, особенно в соединении с ароматическими веществами (наливки, вина, ликеры). Окидывая общим взглядом сказанное, за спиртом следует признать лекарственное значение. Повседневное употребление, да еще значительных количеств спирта, должно быть осуждено всеми данными науки. Прежде всего, главный результат действия спирта сводится, в сущности, к самообману. Выпивший спирт не чувствует усталости не потому, что спирт дал ему недостающую силу, а по причине прекращения (паралича) ощущения усталости. Организм попрежнему устал; он нуждается в отдыхе, но спирт парализовал тот аппарат, который предупреждает нас об этом. Ощущение усталости есть тот предохранительный клапан, который спасает нас от опасности работать во время утомления. Отравленный спиртом организм можно поэтому сравнить с паровым котлом, в котором плотно завинчен и не действует предохранительный клапан. Таким же образом объясняются и другие стороны действия спирта. Опьяненный человек не чувствует холода, так как парализован его нормальный аппарат, сигнализирующий о чрезмерной потере тепла организмом. Кто не встречал на морозе пьяных в расстегнутом пальто, а часто и в одной рубашке? Спирт не согрел их до такой степени, чтобы им не было холодно, а лишь парализовал ощущения холода, т.е. уничтожил нормальные рефлексy на раздражения кожи холодным воздухом. Этим объясняется значительный процент замерзающих среди пьяниц. Таким же парализующим действием объясняется и та бодрость и смелость, которая так ценится любителями спирта. Многие ведь для того и травят себя спиртом, чтобы не ощущать неприятностей окружающей обстановки. Они сознательно позволяют спирту обманывать их. Вот, в общем, к чему сводится действие спирта. В больших количествах он является величайшим мировым обманщиком людей. Такая роль спирта еще была бы терпима, если бы указанный обман не покупался дорогой ценой разрушения организма. В главе о деятельности сердца мы отмечали, что введение в организм спирта может нарушить правильность питания сердца тем, что изменяет стенки кровенос-

¹ Грамм спирта при сгорании дает около 7 калорий.

ных сосудов, питающих сердце. Это имеет место не только в сердце, но и во всем организме, особенно в тонких стенках артерий мозга. Кроме кровеносной системы, поражаются спиртом и другие органы, как, например, печень, являющаяся главным фильтром, через который проходят вещества, поступающие в желудок. Страдает и самая мышца сердца, превращаясь в комок жира. Терпят и почки — главный выделитель ядов из организма. Наконец, и работа самого мозга приобретает особый оттенок, характерный для привычных пьяниц. Возражения, приводимые на примерах известных пьяниц, доживших до глубокой старости, должны рассматриваться, как исключение. Если вреден спирт в его чистом виде, именно спирт этиловый (винный), то во много раз вреднее так называемый «самогон», который отличается от этилового спирта тем, что содержит в себе примесь многих других видов спиртов.¹ Еще до войны, когда население, соблазнившись дешевой так называемого «денатурата»,² стало применять этот вид спирта, врачи отметили ряд случаев слепоты. Далее было выяснено, что некоторые виды спирта, как, например, метиловый, поражают тот нервный путь, который связывает глаз с мозгом. В результате человек может ослепнуть совершенно и навсегда.

**Виноградные
вина.**

С действием спирта не следует смешивать действие виноградных вин. Вино из чистого винограда полезно как своим возбуждающим действием от присутствия ароматических веществ, так и наличием особых, недавно открытых, веществ, усиливающих и укрепляющих сердце. Конечно, можно напиться и вином, если выпить его в громадном количестве. В умеренных количествах его можно рекомендовать пить не с целью опьянения, а для укрепления и легкого возбуждения организма.

¹ Спиртов в химии известно много. То, что известно под именем водки, есть смесь этилового спирта с водой. Этиловый спирт — наименее вредный. При фабричном добывании спирта получают смесь разных спиртов. Их отделяют, пользуясь тем, что разные спирты кипят при разных температурах. При приготвлении спирта дома, нет возможности, из-за отсутствия аппаратов и технических знаний, очистить «самогон» от примесей и превратить его в «водку», т. е. в водный раствор этилового спирта. Отсюда ясно, что вред от самогона — еще больше, чем от водки.

² Желая продать большое количество спирта для технических целей, не спавшая при этом население дешевой продукта, во многих странах прибегают к умышленной порче его примесью дурно пахнущих спиртов (как, например, метилового), добавлением формалина, красящих веществ и т. п. Такой продукт, представляющий испорченный винный спирт, носит название денатурата. Выпуская именно такой отвратительный на вкус и запах, — а часто и вид, — продукт, преследовалась цель ввести его в технический обиход жизни для горения и т. п. Опыт показал, что порча спирта не останавливает пьяниц от его употребления. Известен исторический пример гибели анатомической коллекции, посланной Петром I из-за границы: сопровождавшие выпили спирт из банок с анатомическими препаратами.

Спирти наследственность. Таким образом можно сказать, что спирт полезен, но лишь в особых случаях, как лекарство. С общим употреблением спирта, с целью опьянения, надо бороться всеми силами, тем более, что вред спирта распространяется и на следующие поколения. Отравляя все клетки организма, в том числе, очевидно, и половые, спирт отражается вредно и на потомстве пьяниц. Пьяницы пропивают не только свой организм, но и организм своих потомков!

Вегетарианство. В заключение главы о питании скажем несколько слов о вегетарианстве. Под этим названием известны различные направления в вопросах питания. Одни понимают под этим названием способ питания, не сопряженный с убийством живых существ (безубойники). Другие толкуют вегетарианство шире и допускают применение таких продуктов, как молоко и яйца. Первые проповедают исключительно рацион растительный; вторые, в сущности, являются сторонниками смешанного питания, воздерживаясь лишь от употребления мяса. О чистом вегетарианстве, т.-е. о питании исключительно растительной пищей, при современном уровне наших знаний говорить не приходится. Вряд ли всегда можно получить из растительного мира все то, что надо нашему организму. Правильнее остановиться на смешанном питании. Можно, конечно, прожить всю жизнь без мяса. Надо только вводить требуемое количество животных белков в виде других веществ, как, например, сыра, яиц и т. п. Указания, будто бы многие народы живут всю жизнь без мяса, большей частью неверны, так как по временам, в том или ином виде и количестве, животные белки вводятся в пищу. Вопрос сводится, в большинстве случаев, лишь к частоте и форме применения животной пищи. Из сказанного о питании и пищеварении ясно, что человек должен питаться смешанной пищей. Только при таких условиях он может, не отягощая своих пищеварительных органов и не превращаясь, как некоторые животные, исключительно в пищеварительную машину, ввести в свой организм все то, что ему необходимо для производства как физической, так и умственной работы.

Вода и болезни. Последним пищевым веществом, не рассмотренным нами, является вода. О значении воды мы уже говорили. В виду важности воды, необходимо тщательно заботиться о ее качестве. Вода нередко, при недостаточно внимательном отношении к ней, становится источником опаснейших заболеваний. Некоторые болезни—как, например, холера, брюшной тиф, дизентерия и др.—разносятся именно водой. Необходим тщательный уход за источниками водоснабжения. В городах это облегчается системой водопроводов, где на

центральной станции заботятся об очистке воды.¹ Труднее дело обстоит в деревнях и небольших поселках. Здесь надо самому населению проникнуться сознанием важности ухода за источниками, дающими воду. Реки в этом отношении всегда опасны. В них может попасть все, составляющее предметы отбросов населения. К счастью, реки обладают способностью, как говорят, к самоочищению, т.е. к уничтожению многих



Рис. 51 показывает обычное устройство фильтров на хороших водопроводных станциях. Вода, набранная из реки, просачивается сквозь слой песка, угля и камней. При этом она очищается, так как песок, уголь и камни задерживают грязь и микробов.

загрязняющих их веществ.² На некотором протяжении от населенного места, достаточно быстрая и многоводная река—уже более или менее чиста. Поэтому надо принимать меры, чтобы не загрязнять воду здесь же,—у места, где ее берут для нужд населения. С этой целью имеется ряд правил для фабрик и заводов, которые направлены к ослаблению загрязнения воды рек и озер. Место, откуда берется вода, понятно, надо выбирать выше по течению реки. Колодезная вода менее опасна, так как она про-

¹ Обычно—при помощи фильтрации сквозь песок и уголь и действия хлора. Были попытки очищать воду ультрафиолетовыми лучами, но способ этот, прекрасный по замыслу, оказался трудно осуществимым технически.

² Способность эта сводится к разрушению органических веществ действием кислорода воздуха, деятельностью водорослей, рыб и представителей низших животных.

ходит через слой почвы, где и очищается. Особенно хороша вода, взятая из глубоких слоев почвы при помощи так называемых «артезианских» колодцев. Однако, как бы ни был хорош колодец, его можно загрязнить неправильным устройством и уходом. Необходимо оберегать воду колодца от попадания помоев, воды после стирки белья, и т. п. Поить скот, по возможности, надо из других источников или подальше от колодца. По временам колодцы надо чистить, и еще лучше—при этом обезвреживать их хлором. В случае появления заболеваний, указывающих на загрязнение воды (желудочные и кишечные заболевания), надо закрыть подозрительные колодцы, очистить остальные, а населению—до прекращения заболеваний—советовать пить лишь кипяченую воду, в которой наверное убиты все микробы.

Х.

ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ.

Выделения. — Почки. — Строение и работа почек. — Кожа, как выделительный орган. — Потоотделение. — Уход за кожей. — Одежда и ее значение. — Нечистоты и их удаление. — Опасность от невнимательного отношения к удалению нечистот.

Выделение. Сложные химические явления в организме, с частью которых мы уже познакомились, предполагают образование ряда продуктов, подлежащих выведению из организма. Для этого имеются особые выделительные органы. К таким органам относятся уже изученные нами кишки, внутренняя поверхность которых обладает способностью выделять некоторые вещества, как, например, тяжелые металлы. К выделительным органам относятся также легкие, которые выделяют углекислый газ (CO_2) и, вероятно, еще другие, неизученные пока, газообразные вещества. Наряду с этими органами находится выделительный аппарат в виде почек и кожи.

Почки. Почки представляются у высших животных в виде парного органа, похожего по своей форме на зерно фасоли. Расположены они глубоко в организме, у самого позвоночного столба, в верхней части брюшной полости, соответствуя той области, которая известна в народе под именем поясницы. От почек отходят протоки, которые, спускаясь вниз, оканчиваются в особом органе, похожем на мешок из сравнительно толстых стенок. Мешок этот мы называем мочевым пузырем. Он представляет собою вре-

менноеместилище для постоянно стекающей в него из почек мочи. Рис. 52 дает понятие об общем плане устройства почечной выделительной системы. Здесь мы видим обе почки с отходящими от них протоками, проводящими мочу (так называемые мочеточники), и мочевого пузыря с отходящим от него каналом (мочеиспускательный канал). На этом же рисунке

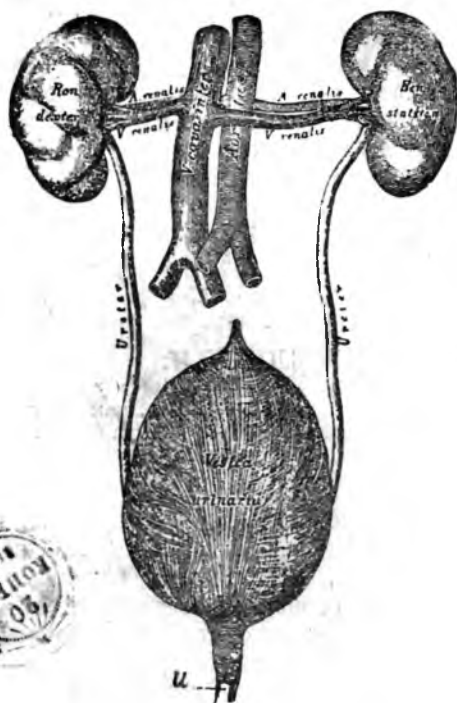


Рис. 52. Выделительный аппарат человека. Вверху — две почки и их отношение к крупным кровеносным сосудам (справа — аорта, слева — нижняя полая вена). От почек отходят мочеточники, впадающие в мочевой пузырь (большой мышечного характера орган внизу рисунка), от него отходит мочеиспускательный канал, выводящий мочу наружу.

мы видим снабжение почек кровью от больших кровеносных сосудов. Разрезав почку, мы замечаем у нее, прежде всего, два слоя: а) поверхностный, образующий как бы корку, — его так и называют корковым слоем (рис. 53 R), и так называемые сосочки (P на рис. 53). Сосочки открываются в общую полость, которая известна под именем лоханки (N^o). От лоханки отходит мочеточник, проводящий мочу в мочевого пузырь.

В корковом слое расположены начальные части отделительного аппарата. Так как вещества, подлежащие удалению через почки, приносятся с кровью, то для лучшего знакомства с устройством почки — проследим, как изменяется кровеносный сосуд, несущий кровь в почку. Войдя в почку и дойдя до начала коркового слоя, кровеносный сосуд дает большое

количество веточек. Каждая веточка образует в корковом слое ряд петель, слагающихся в сеть. Такая сеть представлена на рис. 54. Здесь изображена изолированная веточка. Ясно видно, как она дает сплетение более узких канальцев, переходящих затем опять в один ствол (b). Такая сеть получила название Мальпигиева

клубочка. ¹ Клубочек окутан особой оболочкой так, что между клубочком и стенкой капсулы имеется свободное пространство. Это и есть то место, где начинается образование мочи. Из плана устройства ясно, что кровь, вынужденная в клубочке пройти сквозь узкие петли извилистой сети, находится под большим давлением, и таким образом возможна ф и л ь т р а ц и я, т.-е. п р о с а ч и в а н и е — жидкости из крови сквозь стенки сосудов клубочка — в окружающую клубочек капсулу. ² Таким образом мы можем смотреть на Мальпигиев клубочек, как на своего

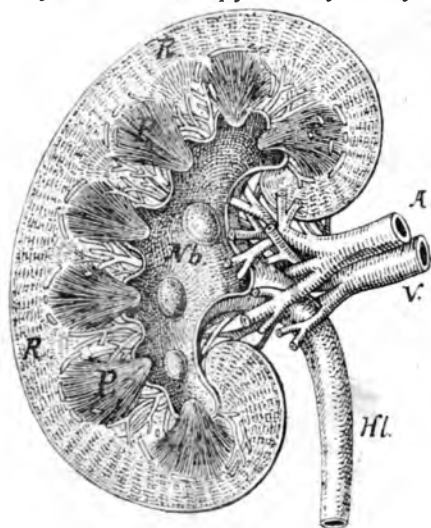


Рис. 53. Разрез почки: А—артерия; V—вена; R—корковый слой; P—сосочки (пирамидки); Nb—почечная лоханка; Hl—мочеточник.

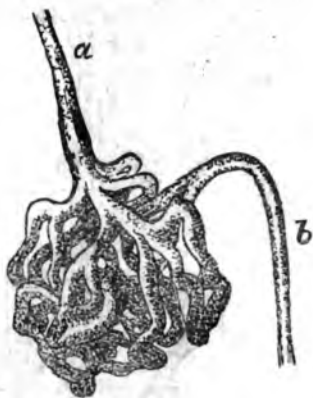
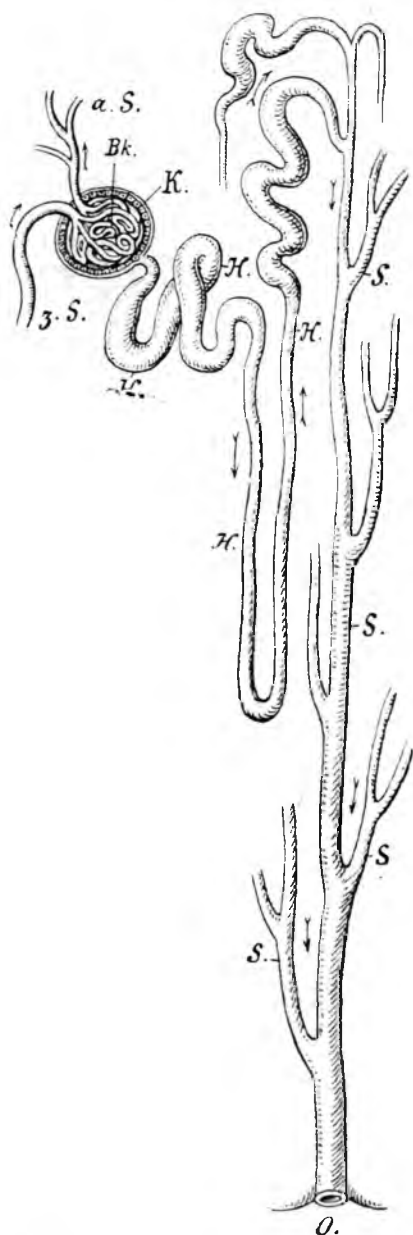


Рис. 54. Извилистость артерии в Мальпигиевом клубочке почки: а—артерия, входящая в клубочек; б—артерия, выходящая из клубочка.

рода ф и л ь т р а ц и о н н ы й а п п а р а т, рассчитанный, очевидно, прежде всего на удаление из крови излишка в о д ы. От капсулы начинается система длинных извитых канальцев, которые спускаются из коркового слоя в сосочковый, оканчиваясь выводным канальцем в почечной лоханке. Рис. 55 уясняет сказанное. На этом рисунке мы видим Мальпигиев клубочек (K) и окружающую его капсулу, от которой начинается система извитых канальцев (H). Стрелки показывают направление тока крови в клубочке и жидкости в канальцах. O — обозначает отверстие, ведущее в лоханку. На всем протяжении канальцы

¹ Название дано в честь ученого Мальпиги, открывшего и описавшего клубочки сосудов в почке.

² Эту капсулу называют капсулой Баумана (по имени английского ученого).



(их называют мочевыми канальцами) выстланы эпителием, состоящим из своеобразных характерных клеток. Есть основания полагать, что эти клетки и являются аппаратом, выделяющим составные части мочи. Таким образом, по современным представлениям почка является одновременно и фильтром, и железой.

Выведение мочи.

По системе мочеточников моча проводится в мочевой пузырь. Мочевой пузырь состоит из мышц, сокращение которых подчинено спинному мозгу. В поясничной части спинного мозга находится группа нервных клеток, которые управляют сокращением мочевого пузыря и, следовательно, выделением мочи. Из повседневного опыта известно, что деятельность головного мозга может влиять на выведение мочи. Все знают, что до известного предела можно произвольно выпускать мочу и задерживать ее.

В детском возрасте и при различного рода болезненных расстройствах наблюдаются случаи так называемого «непроизвольного» выделения мочи. В этих случаях дело идет о слабости нервной системы, управляющей мышцей, запирающей выход из

Рис. 55. Схема мочевых канальцев: *К*—Мальпигиев клубочек (капсула его). *В*—Мальпигиев клубочек

(стрелки показывают ток крови через клубочек); *Н* и *С* мочевые канальцы разного калибра (стрелки показывают направление тока мочи по канальцам); *О*—отверстие в лоханку.

мочевому пузырю. Таких больных надо лечить осторожно, укрепляя их нервную систему, и отнюдь не подвергать насмешкам и наказаниям, которые еще больше могут расстроить и без того ослабленную нервную систему.

Работа почек. Работа почки зависит от снабжения ее кровью. При сколько-нибудь длительном прекращении притока крови, почка отказывается работать, и отделение мочи прекращается. В опытах, когда прекращали приток крови к почке на 5 минут, почка не всегда утрачивала способность выделять мочу. На деятельности почки сказываются различные внешние влияния. Различные раздражители, как мы уже знаем, могут влиять на состояние просвета кровеносных сосудов через посредство сосудодвигательных нервов. Вот почему так называемая простуда, — сводящаяся к раздражениям более или менее обширной поверхности кожи, вызывая изменение просвета сосудов в теле, и следовательно, снабжения кровью органов, — отражается вредно и на почках. Почки являются органом, наичаше страдающим при так называемой простуде. Наблюдая ход отделения мочи у оперированных животных, мы можем установить, что на отделение мочи влияют: а) количество жидкости, введенное в организм, ¹ б) присутствие в крови веществ, подлежащих удалению через почки, ² в) наконец, как мы только-что сказали, различные внешние раздражители, влияющие на почки косвенно, через посредство снабжающих кровью сосудов. Медицине известны вещества, — как, например, кофеин, входящий в состав кофе и чая, — которые обладают способностью усиливать деятельность почек.

Моча. Посмотрим, из чего состоит выделяемая почками моча. Главной составной частью мочи является вода, составляющая до 95% всего количества мочи. В воде находятся в растворенном состоянии ряд солей и органических веществ. Особенно важны вещества, содержащие азот, так как по количеству их судят о величине распада в организме белков и о приходе в организм азота. Одним из главных веществ, содержащих азот, у человека является мочеви́на, затем — мочева́я кислота. У птиц отношения обратные: там в моче больше мочевой кислоты. У человека увеличение мочевой кислоты в моче является признаком ненормального состояния организма. Признаком болезни является также появление в моче белка и сахара. Моча имеет соломенно-желтый цвет, кислую реакцию. Удельный вес нормальной

¹ Мы знаем по опыту, насколько увеличивается мочеотделение в результате введения в организм большого количества жидкостей (пива, воды).

² Опять — точность приспособления организма: вещества, подлежащие удалению через почку, являются в то же время и возбудителями деятельности почек!

мочи — около 1,015 — 1,020. Количество мочи в сутки колеблется от многих причин. В среднем считают, что взрослый человек выделяет до 1 500 куб. см мочи. При болезнях почек (некоторые формы воспаления) это количество может пасть почти до нуля. В других случаях, наоборот, может выделяться за сутки несколько литров мочи. Исследование мочи имеет очень важное значение, так как оно показывает, как идут химические явления в организме и в каком состоянии находятся почки.

Кожа, как выделительный аппарат.

В тесной связи с деятельностью почек находится выделительная работа кожи с ее потовыми железами. Мы по опыту знаем, что существует противоположность между работой почек и кожи. Чем больше работает кожа, чем больше отделяется пота, тем меньше выделяется мочи. Этим важным обстоятельством пользуются врачи, когда больные почки требуют отдыха и покоя. Тогда стараются вызвать усиление деятельности кожи. Для этого больных отправляют в сухой и жаркий климат и всячески возбуждают отделение пота ¹.

Отделительная деятельность кожи зависит от присутствия в ней особых железок, известных под именем потовых желез. Они расположены одиночно в толще кожи и выделяют жидкость непостоянного состава, известную под названием пота. Железы эти работают под влиянием раздражителей, действующих на поверхность кожи, как, например, сухой и горячий воздух. Во многих случаях потовые железы работают под влиянием различных химических веществ, вырабатываемых в организме микробами. Все знают, что больные туберкулезом или болотной лихорадкой (малярией) сильно потеют. Это — приспособление организма для выведения ядов из организма. Итак, мы видим, насколько важен аппарат отделения пота. Он разгружает деятельность почек и избавляет организм от ядов и других вредных веществ. Кроме того, деятельность потовых желез играет немаловажную роль в предохранении нас от перегревания. При повышенной температуре окружающего воздуха или при излишнем накоплении тепла в организме, выступающий на коже пот, испаряясь, освобождает организм от части тепла, затраченной на испарение. Потовые железы работают под влиянием нервной системы. Из сказанного ясно, как важно не мешать деятельности потовых желез. Сюда относится: опрятное содержание поверхности кожи, забота о надлежащей одежде, температуре окружающего воздуха и т. п. Ясно, например, что в сыром и холодном помещении потовые железы сведут свою

¹ С этой целью делают так называемые воздушные ванны, подвергая кожу действию сухого воздуха, нагретого до 70 — 60°. Сухой воздух без труда переносится организмом при такой температуре. Он вызывает обильный пот путем рефлекса с воспринимающих нервных аппаратов кожи.

работу до минимума. Вот, между прочим, в чем вред сырых и холодных помещений.

Не у всех животных кожа обладает способностью выделять пот. У собак очень мало потовых желез. При перегревании собака спасает себя тем, что усиленно испаряет воду с поверхности рта и языка. Этим объясняется, почему собаки в жаркую погоду усиленно дышат, открыв рот и высунув язык. У кошки потовые железы находятся на лапках (на подошвах).

Одежда и ее
значение.

В связи с деятельностью кожи стоит ряд практически-важных вопросов. Прежде всего — относительно одежды. Одежда, как известно, служит для предохранения от излишней траты организмом тепла через кожу. Чтобы оценить с этой точки зрения тот материал, из которого шьется наша одежда, надо вспомнить, как происходит трата тепла кожей. Кожа, как и всякое другое тело, теряет тепло: а) при помощи лучеиспускания, б) путем теплопроводности и в) испарением.

Лучеиспускание в условиях нашего существования не играет особой роли, поскольку при всех видах одежды поверхность кожи защищена слоем воздуха с более или менее постоянной температурой, близкой к температуре кожи. Опыты показывают, что отдача кожей тепла путем лучеиспускания мало зависит от качества ткани нашей одежды. Как и для других тел, существенным здесь является поверхность. Поэтому шероховатая поверхность излучает тепла гораздо больше, чем гладкая. Гладкие глянцевитые материи поэтому задерживают в себе больше тепла, чем ткани с шероховатой поверхностью. Мокрая ткань излучает меньше тепла, чем сухая. Вообще же благодаря одежде мы уменьшаем отдачу тепла лучеиспусканием втрое.

Гораздо более влияния оказывает одежда на отдачу тепла путем теплопроводности. В отношении теплопроводности между разными тканями имеется существенное различие. Прямые опыты над измерением количества отданной таким путем теплоты телами, укутанными разными тканями, показали, что шерстяные ткани удерживают теплоту в восемь раз лучше, чем полотняные. Отсюда ясен практический вывод: носить шерстяное платье если не всегда, то, по крайней мере, в тех случаях, когда надо предохранить организм от траты тепла, т.е. в изменчивом климате — в холодное и сырое время года. Ближайшее исследование обнаружило, что такая разница в сохранении тепла зависит не от свойства самой ткани, а от количества воздуха, содержащегося в ткани между ее волокнами. Отсюда понятно, почему так хорошо греют меха: между их волосками много воздуха. Можно сказать, что мы согреваемся не тканями, а заключающимся в них воздухом. Сами

ткани служат лишь в качестве рамки для слоя воздуха. ¹ Старая и загрязненная одежда поэтому часто «греет» слабее, становясь более теплопроводной. Мокрая одежда плохо греет потому, что воздух в ней между волокнами замещен водой, которая гораздо лучше проводит тепло, по сравнению с воздухом. Отсюда понятна опасность от мокрой одежды: она может отнять у организма много тепла, отдав его в окружающую среду. Мокрая одежда тем хуже, чем лучше она прилипает к нашему телу. Понятно отсюда, что ткани, состоящие из неупругих волокон, как, например, бумажные, в мокром виде уносят гораздо больше тепла, чем ткани, состоящие из упругих волокон, как, например, шерстяные ткани. ² Из сказанного мы видим, каким преимуществом отличаются шерстяные ткани. В общем, они препятствуют резкому охлаждению нашего организма. Кроме свойств хорошо удерживать тепло, шерстяная ткань ценна тем, что, не намокая в такой мере, как бумажная, и не прилипая плотно к телу, она предохраняет нас от простуды. Кроме того, шерстяная ткань обеспечивает смену воздуха в слое, прилежащем к телу, и испарение пота. Даже мокрая шерстяная ткань дает возможность смене воздуха, так как при смачивании из шерстяной ткани вытесняется не весь воздух. Насколько важна смена воздуха вблизи кожи, знает каждый, кто носил резиновую одежду: при этом тело скоро покрывается влагой, так как резина мешает поту испаряться. ³ Цвет одежды имеет Цвет одежды. немаловажное значение, особенно летом и в жарких странах. Ткани белого цвета поглощают тепла вдвое меньше, чем, например, ткани черного цвета. Ткани желтого, зеленого и красного цветов занимают середину. Вот почему летом обычно стараются носить одежду белого цвета. Белый костюм — обычная одежда в тропических жарких странах, где поглощение солнечных лучей одеждой имеет очень важное значение в экономии тепла в организме. Кроме матерьяла, имеет значение также покрой платья. Платье не должно стеснять наших

¹ Это не должно вас удивлять. Вспомните из физики, что воздух — очень плохой проводник тепла. Лучший способ защитить себя от холода, это — окружить свое тело более или менее постоянным слоем воздуха. Меха и являются таким слоем. В них (особенно в длинных и пушистых) — до 95% воздуха, содержащегося между отдельными волосками. Воздух, оказывается, проводит тепло в девять раз хуже, чем шерсть животных, и в семнадцать раз слабее, чем шелковые и полотняные ткани.

² Мокрая шерстяная ткань уносит тепла, по сравнению с сухой, на 50% больше. Бумажные ткани в мокром виде отдают тепла в 200 — 250 раз больше, чем в сухом состоянии.

³ Это заставляет избегать резиновых материй. Их стараются заменить шерстяными тканями, пропитанными особыми составами (большей частью — квасцами, уксуснокислым свинцом и желатиной), чтобы сделать ткань неспособною впитывать воду.

движений, давить на органы; оно должно свободно облегать наше тело. С этой точки зрения надо бороться с вредными обычаями суживать талию (корсеты) и стягивать тело перетяжками и тесемками. То же следует сказать и относительно обуви,

Обувь. которая является лишь частью одежды, как и перчатки. Кожа (не лакированная) должна быть признана

вполне подходящим материалом. Менее пригодна резина, как мешающая обмену воздуха. Что касается формы обуви, то она должна соответствовать нормальному положению стопы и пальцев наших ног. Сужение носков и сдавление пальцев ради мнимой «красоты» башмака необходимо осудить с точки зрения охраны здоровья. Такая обувь влечет за собой разные заболевания ног и потерю части работы при ходьбе, вызывая, кроме того, быстрое ощущение усталости.

К сказанному относительно одежды надо прибавить необходимость особых форм одежды для сна. Очень дурна привычка некоторых спать, не раздеваясь, в дневном платье. Прежде всего, сон при таких условиях теряет свое значение, так как стесненные одеждой органы не могут отдохнуть в должной мере. В них будут застой крови. Кроме того, одежда не сможет за ночь проветриться и освободиться от испарений, впитанных за день с поверхности тела. Одежду надо так же проветривать, как мы это делаем с нашими помещениями днем. Нет надобности останавливаться на необходимости возможно частой смены белья, как части одежды, ближе других прилегающей к телу. Небрежность в этом отношении может стать причиной серьезных и подчас трудно излечимых кожных заболеваний. Не надо забывать, что на коже даже самого опрятного человека живет целый мир микробов, только и ждущих момента, чтобы размножиться и пожить на нашем организме.

Уход за кожей. Частое мытье мылом и горячей водой кожи, по возможности в бане, частая смена белья — вот меры предохранения кожи от разного рода прыщей и нарывов. Не надо забывать, что кожа, по своему значению и величине своей поверхности, очень важный орган, и расстройство ее деятельности может вредно отразиться на всем организме. Ставились опыты с покрытием кожи лаком. Такие животные умирают сравнительно быстро при явлениях отравления организма какими-то ядами. Отсюда понятны и явления при ожогах более или менее значительных участков кожи. Правильная жизнь организма невозможна при больной коже. Из сказанного само собою ясно значение бань, ванн и обтираний.

Занятия организма. Относительно последних отметим, что, обтирая кожу ежедневно холодной водой, можно выработать такую чувствительность рефлекторного кожного аппарата, которая

предохранит нас от простуд, связанных с колебаниями отдачи тепла кожей. Действуя на кожу холодной водой или механическими растираниями, мы через кожные нервные аппараты влияем на центральную нервную систему, выводя ее из бездействия и приучая к тонкой и точной работе. В этом — особое значение массажа кожи и обтираний. Понятно, что закаливание организма при посредстве обтираний холодной водой надо делать осторожно, лучше всего — посоветовавшись с врачом. Во всяком случае их надо начинать с теплого времени и вести систематично.

Чтобы закончить нашу беседу относительно нечистоты и их выделения, нам надо коснуться вопроса об удалении нечистот из окружающей нас обстановки. В благоустроенных городах все и, подлежащее удалению, немедленно же по системе каналов и труб выводится за черту города. Обычно такая система соединяется с удобрением окружающих город пустырей; их называют полями орошения. Отбросы таким образом не пропадают даром, а, попадая на пустырь, поднимают плодородие его почвы. Таким путем достигаются две цели: прежде всего обезвреживаются отбросы, которые, попав в почву, подвергаются там целому ряду химических изменений при участии микробов; в результате этого сложные вредные органические вещества таких отбросов, — как, например, каловые массы, моча и т. п., — превращаются в почве в безвредные простые вещества. Кроме того, и плодородие почвы повышается, так как пустырь превращается с течением времени в плодородный участок. В некоторых случаях приходится сплавлять нечистоты в реки. Предварительно, во избежание загрязнения реки, нечистоты заставляют отстаиваться в целом ряде колодцев и только после этого их спускают в сравнительно безвредном виде в реку. Как правило, следовало бы запретить подобный способ удаления нечистот.

Труднее стоит вопрос с удалением нечистот в деревнях и в условиях походной жизни. Здесь открывается широкое поле применения изобретательности лиц, которым поручена охрана здоровья населения. Во многом дело зависит и от самого населения. Подумать о том, чтобы помойная яма не протекала, чтобы она была закрыта от мух летом, может каждый. Нет надобности обладать специальными знаниями, чтобы правильно построить отхожее место, держать его в чистоте, заботясь о том, чтобы нечистоты не скоплялись, залеживаясь подолгу. По временам полезно пересыпать испражнения песком или землей. Это уничтожает запах и предохраняет нечистоты от нападения насекомых, как, например, мух.

Мы не приводим здесь описания устройства разного рода помойных ям и отхожих мест. В городах вопрос этот решен

в общегородском масштабе, и от нас зависит лишь поддержание порядка и чистоты. В деревнях и небольших городах часто не обращают должного внимания на эти удобства. Между тем, нередко в плохом устройстве помойной ямы кроется источник возникновения болезней, когда, например, грязь из ямы проникает в почву, а оттуда стекает в колодец (рис. 56). Надо стараться приучать население сжигать, что можно, а остальное собирать в проч-

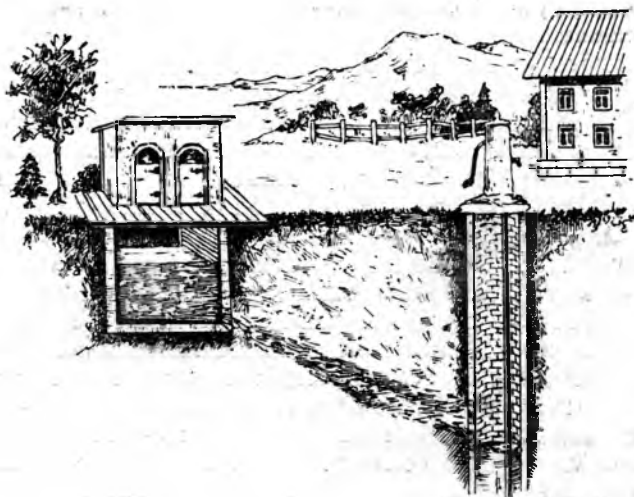


Рис. 56. Обычный случай загрязнения колодца. В него проникают нечистоты из близлежащего плохо устроенного отхожего места. Стенки ящика, куда собираются нечистоты, проницаемы и пропускают в почву жидкие части (мочу, раствор кала и т. п.). Жидкость проникает в колодец, примешиваясь к воде.

ные, по возможности цементированные вместилища, очищаемые возможно чаще. Отхожие места надо строить теплыми, помня, что в холодном отхожем месте можно легко простудиться. Яма, куда собираются нечистоты, должна быть непроницаема во избежание заражения почвы. На проветривание ямы при помощи высокой вытяжной трубы также должно быть обращено внимание. Лучше, если труба эта будет соединена с системой отопления. Тяга тогда будет лучше, и проветривание — энергичнее.

XI.

ВНУТРЕННЯЯ СЕКРЕЦИЯ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ.

Внутренняя секреция. — Гормоны, щитовидная железа и ее роль. — Прищитовидные железы, мозговой придаток, надпочечники. — Печень и ее значение. — Печень как орган внутренней секреции. — Печень как фильтр и обезвреживатель. — Поджелудочная железа как орган внутренней секреции. — Половые железы. — Результат их внутренней секреции. — Омолаживание. — Опыты Штейнаха, Воронова и Завадовского.

Понятие о внутренней секреции. В предыдущих беседах мы встречались с органами, так называемыми железами, которые вырабатывают различные соки, изливающиеся в пищеварительный канал и действующие там на различные составные части пищи. На ряду с этими органами, которые мы сравнивали с химическими фабриками, выделяющими свой продукт наружу, так сказать — на внешний рынок, есть железы, продукты деятельности которых остаются внутри организма, поступая в кровь и лимфу. Это — органы, работающие на внутренний рынок. Они часто даже не имеют выводных протоков, и продукты их деятельности поступают непосредственно в кровь и лимфу. Эти органы носят название: **железы внутреннего отделения (внутренней секреции)**. Несмотря на то, что внутренняя секреция открыта была 75 лет тому назад,¹ до последнего времени на эту сторону деятельности органов мало обращали внимания. Только сравнительно недавно стало выясняться, какую огромную роль в организме играют те продукты некоторых органов, которые, поступая в кровь, разносятся по организму и влияют на различные органы и ткани. Оказалось, как увидим дальше, что деятельность многих важных для жизни органов невозможна без тех или иных продуктов деятельности других, часто отдаленно расположенных органов. Таким образом выясняется, что продукты деятельности одних органов являются возбудителями, как бы двигателями, для других органов. Поэтому-то эти продукты внутренней секреции и получили название **гормоны**, что в переводе с греческого языка обозначает «двигатели», или **возбудители деятельности**. Поскольку деятельность того или иного органа в организме связана с деятельностью других, отсутствие того или иного гормона может таким образом отразиться и на общем состоянии организма. Отсюда гормоны приобретают еще большее значение.

¹ Внутреннюю секрецию половых желез открыл в 1849 г. Бертольд. Многим обязан этот отдел физиологии французскому ученому Броун-Секару (род. 1817, умер 1894).

Посмотрим, как работают отдельные железы внутренней секреции. Начнем с одной из наилучше изученных желез — с щитовидной. Многие, вероятно, встречали так называемых зобатых людей с опухшей шеей и выпученными более или менее глазами.

Щитовидная железа.

Эта болезнь обязана своим происхождением чрезмерному увеличению щитовидной железы. В нормальном виде она представляет из себя небольшой орган, весом всего граммов в 50, лежащий на передней поверхности шеи, ¹ в области, которая известна в просторечии под названием «адамово яблоко», или кадык. При исследовании под микроскопом железа эта представляется в виде остова из соединительной ткани, пронизанной кровеносными сосудами. В соединительную ткань вкраплены отдельные полости, выстланные эпителиальными клетками, которые выделяют особое вещество, являющееся характерным продуктом щитовидной железы. Особенно бросается в глаза обилие кровеносных сосудов в столь небольшом органе. Специальные опыты показали, что вся кровь организма 16 раз в сутки проходит через щитовидную железу! В минуту через этот сравнительно ничтожный по объему и весу орган протекает крови в пять раз больше, чем через такой важный орган, как почка. По сравнению с мышцей во время покоя, щитовидная железа получает в минуту крови почти в 50 раз больше.

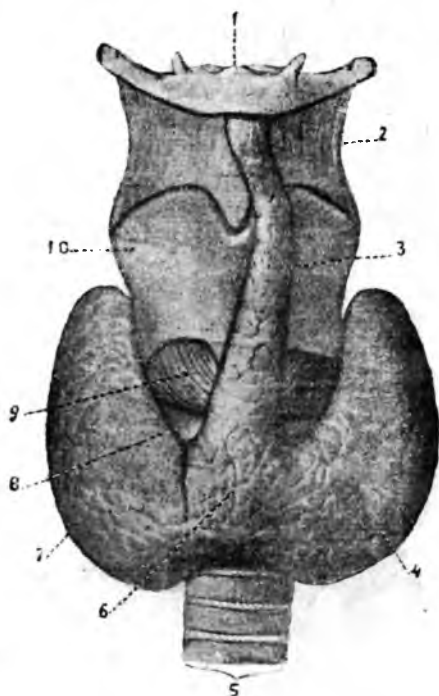


Рис. 57. Щитовидная железа человека: 1—подъязычная кость; 2, 8, 9 и 10—гортань; 3—средняя доля щитовидной железы; 4—левая доля; 5—дыхательное горло; 6—перешеек щитовидной железы; 7—правая доля.

¹ Железа лежит на щитовидном хряще, отсюда произошло и название железы — щитовидная.

Уже из этого можно сделать вывод о важном значении щитовидной железы. Действительно, уже давно было известно, что животные после удаления этого органа быстро гибнут. Наблюдение над больными, у которых щитовидная железа перестает почему-нибудь работать, и над людьми, которым приходилось удалять щитовидную железу из-за ее непомерного разрастания (так называемый зоб), обнаружили ее значение для организма.



А



В

Рис 58. Влияние кормления щитовидной железой. Оба рисунка представляют изображение одной и той же девочки. На рис. А она изображена до лечения. Ясно видна недоразвитость умственных способностей: тупой, бессмысленный взгляд и отвисающая нижняя челюсть. Кроме того, все тело отечно. Рис. В показывает нам ту же девочку спустя год. В течение этого времени ей давали в пищу вытяжки из щитовидных желез животных. Ясно, что болезнь девочки зависела от недостатка деятельности ее щитовидной железы.

Люди, утратив щитовидную железу, становились вялыми, апатичными, и постепенно превращались в слабоумных. Стоило таким больным дать в пищу кусочки щитовидной железы, как здоровье их быстро начинало восстанавливаться. Итак, из этого ясно, что щитовидная железа дает организму продукт, обуславливающий нормальную деятельность мозга. Это — очень важно в практическом отношении, особенно для воспитателей. Часто бывает, что во время усиленного роста подростки к 14 — 15 годам обнаруживают вялость и упадок умственных

способностей. Это может зависеть от недостатка работы щитовидной железы, не успевающей удовлетворить быстро растущие потребности развивающегося организма. Таких подростков надо подкармливать препаратами щитовидной железы.

Г.

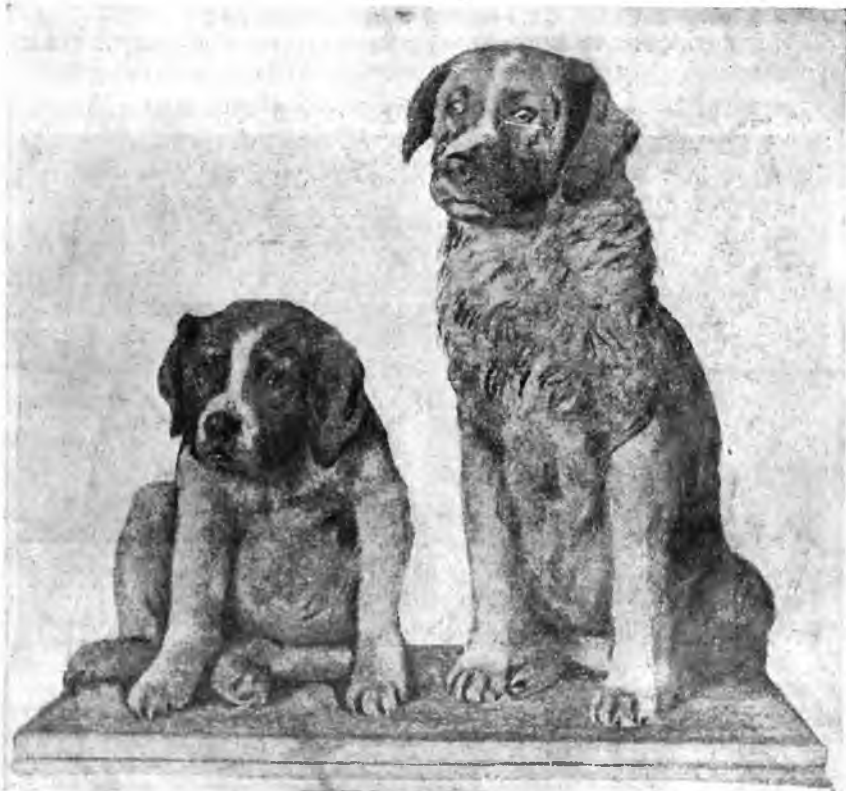


Рис. 59. Влияние удаления щитовидной железы на рост животного. 11-месячные щенки. Слева — оперированный (без щитовидной железы) спустя 9 месяцев после операции. Справа — его брат (нормальный). (По Б. Заводскому.)

Вещество, вырабатываемое щитовидной железой, содержит иод. Не так давно вещество это выделили в чистом виде. Оно известно под названием тироксина.

Итак, щитовидная железа, несмотря на свои небольшие размеры, оказывает могущественное влияние на ход химических явлений, связанных с ростом и развитием организма, и обуславливает нормальную деятельность мозга.

Возле щитовидной железы лежат небольшие, как горошина, тельца, так называемые прищитовидные железы (паращитовидные). Их удаление вызывает у животных судороги мышц. Очевидно, эти органы служат для обезвреживания ядов, накопляющихся в организме.

Из других желез внутренней секреции лучше изучены: а) так называемый придаток мозга (гипофиза) и б) надпочечные железы.



А

Б

Рис. 60. Влияние мозгового придатка на рост и развитие. Слева (рис. А) изображен скелет собаки одного года. В возрасте, когда ей было всего 2 месяца, ей удалили мозговой придаток. Рис. Б изображает брата этой собаки. Ясно видно, что оперированная собака резко отстала в росте и развитии костей от своего брата. До операции обе собаки весили: собака А — 4 кило, а собака Б — 3,4 кило. Год спустя оперированная собака почти не увеличилась в весе (вес ее равнялся всего 4,3 кило). Контрольная собака (Б) за это время прибыла в весе на 13 килограммов и весила 16,3 килограмма.

Мозговой придаток.

Мозговой придаток представляет небольшое образование на основании мозга. Расстройство деятельности этого органа дает любопытную картину заболевания: кости рук, особенно пальцев, увеличиваются; наблюдается чрезмерное увеличение челюстей и языка. Больные ходят с открытым ртом, через который виден увеличенный, как бы опухший язык. Изучение таких больных, в связи с операциями, а также опыты на животных, показали, что мозговой придаток влияет на правильный рост и развитие костей. Удаление мозгового придатка у молодых

животных вызывает у них остановку роста и развития костей. Рисунок 60 показывает разницу между нормальной собакой и собакой, которой несколько месяцев назад удалили мозговой приплаток. Кроме того, деятельность мозгового придатка связана с деятельностью щитовидной и половых желез

Надпочечники. Надпочечники, названные так по своему положению над почками, представляются небольшими органами, удаление которых ведет животных быстро к смерти. Опыты показали, что, уже спустя несколько часов после

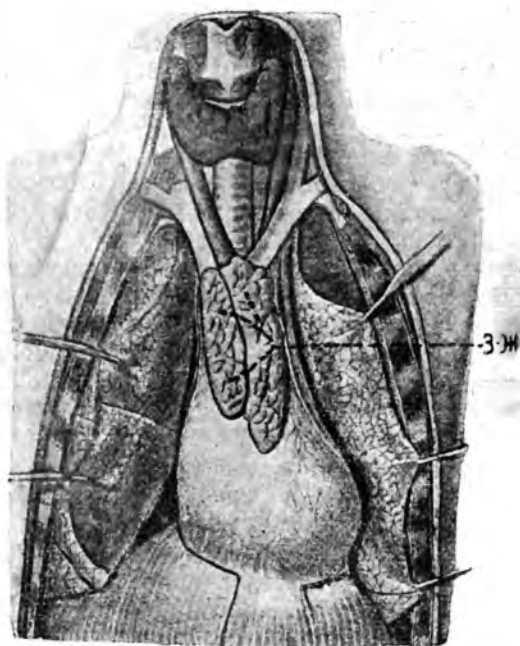


Рис. 61. Зобная, или вилочковая железа. Грудные внутренности 8-летнего мальчика; З. ж.—зобная железа.

такой операции, животное становится вялым, апатичным. Мышцы слабеют и движения их поэтому затрудняются. Температура тела понижается. Резко падает напор крови на стенки кровеносных сосудов. Оказалось, что здесь причина заключается в прекращении поступления в кровь особого вещества, выделяемого надпочечниками. Вещество это изучено. Его называли адреналином. Адреналин обладает способностью действовать возбуждающим образом на нервную систему, управляющую пита-

нием тканей и органов. В частности, адреналин поддерживает в постоянном возбуждении те мышцы, которые сжимают кровеносные сосуды. Этим пользуются, как известно, в тех случаях, когда надо добиться сжатия кровеносных сосудов, как, например, при кровотечениях. Профессор Н. П. Кравков получил сильно действующие растворы адреналина, пропуская раствор солей через вырезанный надпочечник. Итак, в продукте деятельности надпочечников мы имеем мощный возбудитель нашей нервной системы, поддерживающий питание мышц и других органов на надлежащей высоте.

Кроме описанных, в организме имеется еще ряд других желез внутренней секреции, как, например, зубная, или «загрудинная железа», особенно деятельная в детском возрасте и замирающая в зрелом. О ее роли в организме известно пока очень мало. Сюда же относится небольшое образование на верхней поверхности мозга, в области двухолмия. Этот орган известен под названием «шишковидной» железы. О нем также немного сколько-нибудь точных данных.

Кроме желез, в виду отсутствия у них отводящих протоков, занятых исключительно внутренней секрецией, в организме есть ряд органов, играющих, так сказать, двойную роль: и как органы внешнего отделения, и как только-что описанные железы, исполняющие роль поставщиков особых веществ для нужд самого организма. К таким органам, играющим одновременно роль желез внутреннего и внешнего отделения, относятся: знакомые уже нам печень и поджелудочная железа, половые железы, костный мозг, лимфатические железы и селезенка.

С печенью мы встречались изучая пищеварение.

Печень. Там печень выступала в роли фабрики, приготовляющей желчь, имеющую отношение к обработке жиров. Этим, однако, не исчерпывается роль этого одного из самых больших органов. Еще почти 70 лет тому назад известный французский физиолог Клод-Бернар показал, что печень имеет отношение к экономике обмена в организме углеводов. По Клод-Бернару, печень является главным складом, где организм хранит в удобной форме запасы углеводов. В главе о переваривании углеводов мы видели, что углеводы, поступившие в пищеварительный тракт, переводятся там в сахара и в таком виде поступают в кровь. Свойства сахаров, как мы знаем, таковы, что они жадно притягивают воду из окружающей среды. Это свойство мешает организму держать где-либо запасы углеводов в виде сахара, так как скопление сахара вызвало бы резкое обезвоживание в окружающих клетках и тканях и послужило бы во вред тем органам, где были бы отложены значительные количества сахара. Организм выходит из этого затруднения тем, что из

кишок направляет¹ сахара в печень, и здесь происходит превращение сахара в более сложное вещество, близкое по своим свойствам к крахмалу. Вещество это носит название г л и к о г е н а, или «ж и в о т н о г о к р а х м а л а». Оно не притягивает столь жадно воду из окружающих тканей и может без вреда для клеток и тканей отлагаться в любом месте организма. Печень является главным складом гликогена. Отсюда в организм направляется нужное количество углеводов в виде сахара. Таким образом на внутреннюю секрецию печени надо смотреть с точки зрения упорядочения притока сахара в кровь. Как печень переводит сахар в гликоген и обратно, точно нам пока неизвестно. Повидимому, и здесь играют важную роль те особые вещества, с которыми мы часто уже встречались под именем ферментов. Попутно, чтобы не возвращаться снова к столь сложному органу, как печень, скажем еще об одной ее роли, чрезвычайно важной для организма. Роль эта выясняется из опытов удаления печени из организма. Это—один из обычных способов выяснить значение того или иного органа: удалить и наблюдать, какие расстройства явятся следствием удаления данного органа. Печень, в виду особенностей ее отношения к кровеносным сосудам, можно было удалить лишь у птиц. У высших животных, как, например, у собак, нельзя технически удалить печень без того, чтобы не убить немедленно животное. У собак поэтому предложен был остроумный способ: не удаляя печень, пропустить идущую из пищеварительного тракта кровь мимо печени прямо через систему больших вен в сердце.² Оказалось, что в результате всех подобных опытов животные гибнут при явлениях отравления, если их кормить мясом.

Очевидно, печень является фильтром, задерживающим и уничтожающим те яды, которые образуются в кишечном канале при разложении сложных веществ, особенно белкового характера.

¹ Из анатомии известно, что вся кровь, оттекающая из кишечного тракта, проходит через печень. Печень является своего рода фильтром для крови на дороге от пищеварительного аппарата к сердцу.

² Удаление печени,—через которую проходит вся масса крови из кишок и возле которой, спаявшись с ней, проходят главные стволы вен, несущих кровь к сердцу,—сопровождается у высших животных смертельным кровотечением. Русский врач д-р Экк предложил осуществленный в лаборатории И. П. Павлова остроумный способ: не удаляя печени, направляют поток крови мимо нее прямо в вену (нижнюю полую), несущую кровь в сердце. Эта операция возможна благодаря близости вены, несущей кровь из кишок в печень (воротная вена), и вены, идущей от нижних конечностей к сердцу (нижняя полая). Экк предложил, соединив их при помощи сшивания, образовать соединение между указанными венами. Тогда кровь, минуя печень, направится прямо в сердце.

Не даром печень поставлена, как преграда, на пути оттока крови от пищеварительного аппарата, принимая предварительно всю кровь, оттекающую от кишок. Понятно также, почему, в случаях частого введения спирта в организм, печень, вынужденная пропускать через себя все количество введенного спирта, являющегося клеточным ядом, страдает, изменяется, что и влечет затем за собой все последствия нарушения ее обезвреживающего действия. Фильтр портится и начинает пропускать яды. Алкоголики часто страдают болезнями печени и потому постепенно отравляются вредными продуктами кишечного пищеварения.

В зародышевой жизни и раннем детстве печень играет еще роль, как колыбель, где зарождаются красные кровяные шарики. С возрастом эта роль отпадает и переходит к селезенке и костному мозгу. Печень превращается в могилу красных шариков. Здесь они разрушаются и за счет обломков их гемоглобина образуются составные части желчи — так называемые желчные пигменты, придающие желчи характерную окраску.

Поджелудочная железа. Поджелудочная железа, кроме крупного поставщика необходимых для пищеварения ферментов, играет еще важную роль в деле обмена углеводов в организме. Многочисленные опыты с удалением поджелудочной железы всегда сопровождаются столь резким расстройством экономии углеводов в организме, что значительная часть их, в виде виноградного сахара, появляется в моче и таким образом пропадает для организма. Такое явление есть несомненно результат резкого расстройства химических явлений в организме. Животные обычно после удаления поджелудочной железы быстро худеют, несмотря на громадный аппетит и большое количество поедаемой пищи, и, наконец, умирают, впадая в состояние беспамятства, очевидно отравленные какими-то вредными продуктами, образовавшимися в организме от нарушения правильного течения химических явлений. Те же явления часто замечаются и у людей, страдающих расстройством этой деятельности поджелудочной железы. Такие формы болезни известны под именем «сахарной болезни». Стоит, однако, животному, лишенному поджелудочной железы, вшить где-нибудь под кожу кусочек нормальной железы другого животного или кормить его такой железой, и мы можем добиться ослабления или даже полного прекращения указанных расстройств, вызванных отсутствием поджелудочной железы. Очевидно, что поджелудочная железа выделяет какое-то вещество, участвующее в сложных химических явлениях в организме. Это вещество стараются добыть, пропуская питательные растворы солей через вырезанную поджелудочную железу. Продукт деятельности поджелудочной

железы называли и н с у л и н.¹ Он действует двояко: а) влияет на обращение сахара в гликоген и отложение его в печени и б) на разрушение сахара в крови, мешая тем накоплению сахаров в кровеносной системе. Инсулином лечат сейчас больных «сахарной болезнью» в тех случаях, когда болезнь эта зависит от недостаточной деятельности поджелудочной железы.

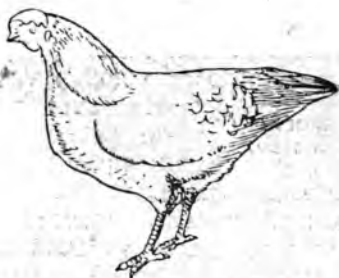
Половые железы.

Наиболее резкий и интересный пример соединения в одном органе внешней и внутренней секреции представляют половые железы. Внешняя секреция половых желез известна давно. В соответствующем месте мы скажем о ней подробнее. Внутренняя секреция выяснилась во всей своей силе лишь недавно, главным образом, благодаря широко известным и наделавшим много шума опытам омолаживания людей и животных и изменения половых признаков. Удаляя у животных половые железы, авторы наблюдали резкие изменения в их половых отличиях. Удаление у самца его половых желез сопровождается утратой им характерных признаков самца. Петух, утрачивает некоторые свои признаки петуха и превращается как бы в существо промежуточное между петухом и курицей. То же замечается и у людей в результате утраты ими своих половых желез. Мужчины становятся похожими на женщин. У них выпадают волосы на подбородке и на верхней губе, изменяется голос, появляется одутловатость и ожирение. Еще резче явления, если после удаления половых желез самцу пересадить в его организм половые железы самки. Таким путем М. Завадовский получал превращение петуха в курицу. Обратное, удаляя у курицы ее половые железы и пересаживая ей половые железы петуха, получалось превращение курицы в петуха. Рис. 62 показывает наглядно результаты таких превращений. Подобные опыты ясно свидетельствуют, что появление и развитие половых признаков, отличающих самца от самки, зависит от внутренней секреции половых желез. Однако, этим не исчерпывается результат внутренней секреции половых желез. Все, вероятно, слышали про знаменитые опыты омолаживания Штейнаха и Воронова. В чем же дело? Как влияют в этом случае половые железы? Уже давно было замечено, что половые железы содержат в себе вещества, возбуждающие деятельность всего организма и отдельных его органов. Семенными вытяжками врачи широко пользовались для подкрепления слабых и истощенных организмов. В последнее время опыты были расширены. Старым животным, а затем и людям, стали

¹ Название «инсулин» возникло от того, что внутреннюю секрецию поджелудочной железы ставили в связь с деятельностью клеток, вкрапленных на подобие островков в ткань железы. Инсула на латинском языке значит — остров.



А *Нормальный петух.*



Нормальная курица.

Г

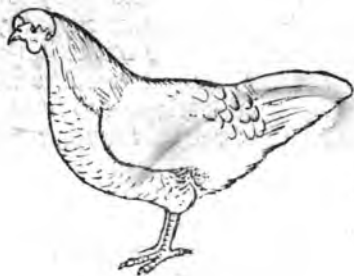


Б *Кастрированный петух.*



Кастрированная курица.

Д



В *Кастр. петух с пересажд. яичником.*



Кастр. курица с пересажд. ей семенником.

Е

Рис. 62. Влияние половых желез на половые признаки (опыты М. Завадовского). А—нормальный петух; Е—тот же петух после удаления его половых желез; В—тот же петух после пересадки ему половых желез курицы; Г—нормальная курица; Д—курица лишенная яичников (половых желез); Е—та же курица после пересадки ей половых желез петуха. Рисунки наглядно показывают превращение петуха в курицу и курицу в петуха в результате замены у них их половых желез половыми железами другого пола.

пришивать в организм половые железы от молодых организмов, и получалось в результате омолаживание старого организма. Особенно интересны в этом отношении опыты Штейнаха.¹ Ему



А



Б

Рис. 63. Омолаживание старой крысы по Штейнаху: А—старая крыса; Б—та же крыса в первое время после перевязки ей семенных протоков. Ясно виден результат омолаживания.

¹ Штейнах предложил или пересадку половых желез от здоровых лиц, которым почему-либо надо удалить их половые органы, или перевязку протока, выносящего наружу семенную жидкость. Идея последней операции состоит в том, что, мешая семенной жидкости оттекать наружу, мы перегружаем половую железу семенем и, в конце-концов, тем самым подавляем эту сторону деятельности железы. В результате вся энергия пойдет на усиление другой стороны деятельности половой железы. Подавляя внешнюю

удавалось таким путем превращать старых, дряхлых животных (баран, крыса) в сравнительно молодое, энергичное, способное к производству потомства животное. Такие же результаты получены и на людях. Насколько действительно мы получаем в руки орудие борьбы со старостью и преждевременным одряхлением, сказать еще нельзя. Во всяком случае, изучение внутренней секреции полового аппарата открывает широчайшие горизонты для выяснения целого ряда явлений, остававшихся до последнего времени загадочными. Явления роста и развития, появление половых особенностей, особенности характера, изменения в течение жизни в отношениях данного лица к внешнему миру и, наконец, вопрос о продлении жизни,—все это сейчас из области догадок и предположений может быть перенесено в область точной науки. Можно смело предсказать, что эта глава физиологии даст материал, чрезвычайно важный и в практическом отношении.

Еще несколько слов, в заключение, о костном мозге, селезенке и лимфатических железах. Костный мозг является местом зарождения красных и некоторых форм белых кровяных шариков. В последнее время есть основание считать костный мозг за ту лабораторию, где готовятся сложнейшие вещества, необходимые для борьбы с вредными микробами, вырабатываемыми ими ядами и другими посторонними телами, проникающими в наш организм.

Лимфатические железы играют роль обезвреживателей разных ядов и улавливателей микробов, проникающих в ту или иную часть организма. Разбросанные в изобилии по организму, стоя на пути тока лимфы, лимфатические железы задерживают, как фильтры, все вредные вещества. Вот почему, как известно каждому по опыту, в случае язв или ранений, связанных с нагноением, опухают ближайшие лимфатические железы. Кому не приходилось досадовать на опухоль и боль в подмышечной впадине от распухших там железок в случаях более или менее опасных повреждений кожи рук? Между тем, этому надо было бы радоваться, так как опухоль и боль от увеличившихся железок указывает, что с нашими врагами ведется беспощадная борьба, и нам надо лишь помочь железкам в этой борьбе.

Селезенка во многом является еще таинственным и малопонятным органом. Есть данные за то, что продукты внутренней секреции селезенки участвуют

секрецию. Штейнах рассчитывает усилить внутреннюю секрецию половой железы. Высказаться в пользу таких опытов еще рано, так как мы еще не знаем, как отразится, спустя более или менее долгий промежуток времени, перевязка семенного протока. Более естественный и надежный способ, конечно, состоит в пересадке половых желез от другого близкого животного.

в переваривании пищи. Более, хотя все еще недостаточно выяснена роль селезенки в борьбе с заразными болезнями. Кто не знает, что, например, при брюшном тифе, малярии и других болезнях, селезенка резко увеличивается. Животные, лишенные селезенки, оказываются менее стойкими в борьбе с заразными микробами. Кроме сказанного, селезенка участвует в образовании кровяных телец и в выработке гемоглобина.

Вот в каком виде представляется учение о внутренней секреции. Все новые и новые данные пополняют ежедневно эту главу физиологии. На ее страницах разворачивается еще более удивительная тонкость приспособлений организма к внешнему миру. Выясняется точная согласованность отдельных частей, даже отдельных клеток того сложнейшего аппарата, который называется живым организмом. Выясняются многие стороны, еще недавно окутанные покровом таинственности и дававшие поэтому повод к мистическим толкованиям. Как, например, укажем на развитие половых признаков. Сейчас в этом — еще недавно казавшемся непонятным — явлении мы не видим ничего таинственного и можем сами по произволу в лабораториях вызывать появление и исчезновение тех или иных признаков пола. Учение о внутренней секреции — вклад не только в теорию и практику, но и новый камень к фундаменту правильного взгляда на жизнь и деятельность организма!

XII.

РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ.

Мужские и женские половые клетки. — Оплодотворение. — Беременность и роды. — Гигиена беременной. — Уход за ребенком. — Молочные железы и их деятельность. — Наследственная передача болезней ребенку от родителей.

Размножение. Одной из особенностей живых организмов является способность их к размножению. У одноклеточных организмов размножение в большинстве случаев сводится к простому делению клетки пополам.¹ Высшие животные размножаются путем слияния вместе клеток, названных «п о л о в ы м и к л е т к а м и». У этих животных имеются особые органы — половые железы, вырабатывающие особую рода клетки, от слияния которых развивается новая особь, повторяющая свойства родительских организмов. Аппарат, приготавливающий в организме женщины женские половые клетки, носит название яичника. Этот

¹ Делению клетки пополам предшествует ряд сложных явлений в ядре. Сначала делится ядро, а затем уже протоплазма (тело) клетки.

орган вырабатывает периодически¹ яйцевую клетку, которая, после встречи с мужской половой клеткой, должна дать начало развитию нового организма. Мужские половые клетки приготавливаются в мужском организме, в особой железе, с которой мы только-что встречались. Железа эта называется яичком. Она вырабатывает клетки, называемые живчиками, или сперматозоидами.

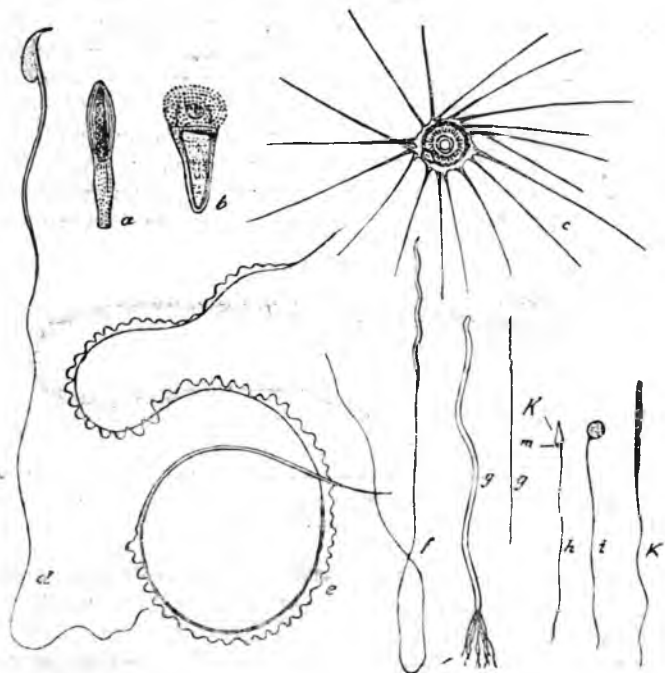


Рис. 64. Живчики (сперматозоиды) различных животных (по Книповичу): *a*—клеща; *b*—аскариды; *c*—речного рака; *d*—крысы; *e*—саламандры; *f*—электрического ската (рыба); *g*—моллюска (*paludina vivipara*); *h*—медузы; *i*—сифонофоры; *k*—лягушки.

Сперматозоиды составляют важнейшую составную часть семени или семенной жидкости. Если рассматривать каплю семени под микроскопом, то мы увидим массу более или менее энергично и поступательно движущихся небольших нитей с головкой на конце. Это и есть живчики, или сперматозоиды. Каждый из них имеет вытя-

Спермато-
зоиды.

¹ У высших животных — два-три раза в год. У человека — каждые 28 — 29 дней. Деятельность яичника начинается в местностях средней части нашего Союза в возрасте 12 — 14 лет и оканчивается, примерно, к 50 годам.

нутую в виде груши головку с более или менее длинной нитью. Движения этой нити позволяют живчику передвигаться. У разных животных величина живчика, форма его головки и нити различны. Рисунок 65 показывает живчика в увеличенном виде. Покинув организм, живчики довольно долго сохраняют свою подвижность. Так, например, удавалось поддерживать подвижность живчиков человека вне организма до 8 дней. Живчики муравьев и пчел сохраняют подвижность годами.¹ Сперматозоиды летучей мыши обнаруживают подвижность даже спустя несколько месяцев после выхода из организма самца. Изучение движений живчиков вне организма показало, что энергия и продолжительность движений их зависят от окружающей среды, ее состава и температуры. Накопление углекислоты (CO_2) угнетает движения сперматозоидов; кислород возбуждает движения. Для нормальных движений живчиков необходимо присут-



Рис. 65. Сперматозоид (живчик) человека. *a* — головка. На рисунке видна удлинённая головка, за ней шейка и хвостовая нить.

ствие известного количества солей в окружающей жидкости, в которой плавают живчики. Понижение температуры действует парализующим образом, замедляя движения. Повышение температуры до известного предела усиливает движения. Высокие температуры останавливают движения и действуют убивающим образом. Так же губительно действуют разные кислоты и клеточные яды, как, например, хинин. Количество живчиков в семени—огромное. В каждой порции семени человека, по вычислениям, находится от 500 до 700 миллионов отдельных живчиков. Такое громадное количество сперматозоидов пока непонятно. Мы не знаем еще, почему организм выделяет такое

¹ Есть указания, что живчики трутней сохраняют подвижность в течение 4—5 лет. Еще дольше могут жить сперматозоиды муравья—именно до 13 лет. Сперматозоиды птиц (петух) живут не дольше 1—2 дней. Изучение жизни сперматозоидов вне организма имеет громадный практический интерес. На свойстве живчиков сохранять подвижность и оплодотворяющие свойства основан способ «искусственного» оплодотворения животных семенной жидкостью. Этот способ очень важен для нас в целях быстрого улучшения пород скота в крестьянском хозяйстве, так как дает возможность оплодотворять одной порцией семени какого-нибудь выдающегося по качествам производителя сразу несколько самок.

огромное количество живчиков, когда для оплодотворения яйцевой клетки достаточно лишь одного живчика.

Женская половая клетка. Женская половая клетка, или яйцевая клетка, менее изучена, так как наблюдать ее труднее. Она представляет характерные особенности каждой клетки. Форма ее круглая. Ядро и ядрышко выражены отчетливо. В то время как мужской организм производит, как мы уже видели, громадные количества живчиков, исчисляемые сотнями миллионов в каждой порции семени, женский организм дает каждый раз лишь одну яйцевую клетку.

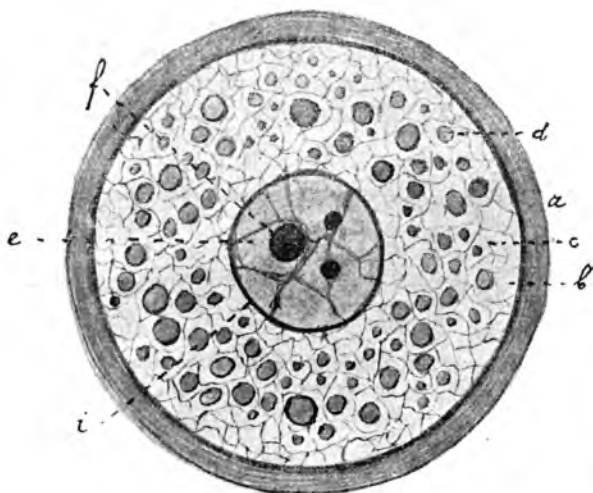


Рис. 66. Яйцевая клетка: *a*—оболочка; *b*—тело (протоплазма); *c*—нити протоплазмы; *d*—зерна; *e*—ядро; *f*—ядрышко; *i*—оболочка ядра.

Выделение яйцевой клетки совершается периодически, в правильные промежутки времени. Главным признаком деятельности женской половой железы, выделяющей яйцевые клетки, является появление кровотоков из половых органов. Частота появления таких кровотоков у разных животных различна. У человека это имеет место примерно каждые 28 дней. Так же часто появляются кровотоки у обезьяны, коровы, овцы. У других животных периодические кровотоки из половых органов, называемые «течкой», происходят чаще, как, например, у свиньи (каждые 9—18 дней). У собаки течка бывает всего два раза в год.

Оплодотворение. Встречаясь с яйцевой клеткой, сперматозоид проникает в нее, и с этого момента яйцевая клетка начинает изменяться; она делится на две клетки, которые в свою очередь делятся, каждая на две новых, и такое

деление продолжается дальше. Отдельные клетки обособляются в группы, дающие затем начало тканям и органам. Происходит явление развития сначала зародыша, а затем и новой особи, из яйцевой клетки, подвергшейся действию живчика. Явление проникновения живчика в яйцевую клетку и влияние его, побуждающие яйцевую клетку к дальнейшему развитию, носят название оплодотворения.

У высших животных оплодотворение происходит в глубине организма, в особых органах. Здесь же происходит и развитие зародыша, который выходит наружу уже в зрелом виде. Долгое время явление оплодотворения подернуто было покровом таинственности. Казалось, что мысль ученого и искусство исследователя бессильны найти в явлении оплодотворения законы, известные нам из мира окружающей нас природы. Думали, что оплодотворение является как-раз примером действия особых сил организма. Склонные к мистицизму умы готовы были видеть тут проявление особого, чуть не божественного начала.

Недавно умершему американскому биологу Жаку Лёбу мы обязаны раскрытием тайны оплодотворения. Этот ученый показал, что можно заставить яйцевую клетку проделать свое развитие во взрослую особь без всякого участия живчика. Лёб достигал этого изменением физико-химических условий среды, окружающей клетку. Этими опытами, поставленными, на низших животных, обитателях морей¹, Лёб установил, что в оплодотворении яйцевой клетки сперматозоидом нет ничего, что бы заставило нас признать наличие в организме особых сил. Все сводится к изменению физико-химических условий в яйцевой клетке. То, что делает сперматозоид, может проделать и исследователь в лаборатории. Оплодотворить яйцевую клетку можно искусственным путем в лаборатории, действуя на яйцевую клетку определенными химическими растворами или физическими воздействиями.

¹ Опыты ставились на морских ежах, морских звездах и морских червях. Чтобы заставить яйцевые клетки этих животных делиться и давать новые особи без участия живчика, Лёб помещал яйцевые клетки в морскую воду, к которой было прибавлено некоторое количество солей или кислот (масляной). Двухчасового пребывания в среде необычного состава достаточно было, чтобы вызвать в яйцевой клетке те же явления, которые вызывались проникновением сперматозоида.

Все данные говорят за то, что оплодотворяющее влияние сперматозоида сводится к повышению в яйцевой клетке явлений окисления. Вот к чему свелась тайна оплодотворения: к усилению обмена в клетке кислорода. Все, что может усилить кислородный обмен, вызовет и явления оплодотворения клетки!

Женские половые органы.

Оплодотворенная яйцевая клетка у высших животных развивается в особом органе внутри организма, называемом маткой. Матка представляется мышечным органом. У человека она имеет грушевидную форму, у других животных — как, например, собака, лошадь — матка представляется продолговатым органом, снабженным двумя отростками в виде рогов (маточные рога). Тело матки оканчивается отверстием, открывающимся в выводную часть полового аппарата, — так называемое влагалище. Влагалище, в свою очередь, открывается наружу половой щелью. Половые железы самки называются яичниками. Они расположены на некотором расстоянии от матки. От них к матке идут особые трубки, которые носят название Фаллопиевых труб. По этим трубам яйцевая клетка проникает в матку и здесь развивается после встречи с живчиком в зародыш, а затем и в зрелый плод.

Беременность и роды.

Развитие плода в организме самки вызывает состояние, называемое беременностью. Беременность длится у разных животных различное время. Так, например, у коровы и человека длительность беременности около 40 недель, у овцы — 22 недели, у свиньи — 16 недель, у собаки — всего 9 недель. Во время беременности необходимо соблюдать ряд правил по охране здоровья беременной. Так, прежде всего, беременные должны носить одежду, не стесняющую развитие плода¹. Очень вреден обычай стягивать одежду, чтобы уменьшить впечатление от увеличенного живота. Беременные должны хорошо питаться, так как им приходится расходовать пищу не только на себя, но и на развитие плода, который требует немало материала. В последние месяцы беременности следует освобождать беременную от тяжелой работы, что и предусмотрено нашим законодательством. Было бы, однако, ошибкой думать, что беременные должны оставаться в праздности и вести неподвижный образ жизни. Умеренные движения и нетяжелый труд во время беременности только способствуют лучшему развитию плода и укреплению здоровья беременной. На беременность вообще следует смотреть, как на нормальное состояние организма, и отнюдь не как на болезнь.

Не очень частые беременности полезны организму. При нормальных условиях беременность, как всякое нормальное состояние, способствует здоровью организма, тесно связанному

¹ Особенно вредно ношение корсета, стягивающего талию. Не говоря уже о недопустимости его во время беременности, но даже и вне беременности корсет наносит такой вред органам женщины, за который она потом расплачивается и более тяжелой беременностью, и более трудными родами.

с правильной и полной деятельностью всех органов. Нерожавшие женщины редко бывают вполне здоровы.

Роды.

По истечении срока беременности наступают роды. Механизм родов состоит, в существенном, в сокращениях мышц матки, которые и выталкивают плод наружу. Во время беременности мышечная система матки увеличивается в несколько раз и к концу беременности достигает таких размеров, что сокращениями своими она способна провести зрелый плод наружу, протолкнув его через сравнительно узкие половые пути. Кроме мышц матки, во время родов в продвижении плода принимают участие и мышцы брюшной полости, своими сокращениями помогающие мышцам матки вывести плод наружу. Причины наступления родов не вполне выяснены. Возможно, что в настоящем случае играют роль раздражения стенок матки развившимся плодом. Некоторые хотят видеть в родовых сокращениях матки результат действия особых возбудителей химического характера, с которыми мы уже встречались в главе о внутренней секреции. Есть основание предполагать, что к концу беременности появляются особые химические вещества (гормоны), возбуждающие сокращения матки. Указывают на молочные железы, как на фабрику таких возбудителей сокращений матки. Родовой акт также должен быть рассматриваем, как нормальное явление, которое не может при обычных условиях быть вредным для организма.

После своего рождения на свет ребенок требует особого ухода, являясь, в сущности, беспомощным существом. В этом отношении человек поставлен в худшие условия по сравнению с животными, которые рождаются на свет гораздо более пригодными к борьбе за существование. Уход за ребенком должен сводиться к охране его от заразы и к нормальному питанию. Первая задача выполняется соблюдением чистоты. Ребенка надо чаще мыть, так как кожа его тонка, легко ранима, и потому ее надо почаще омыwać. До 3-х месяцев советуют делать ванны ежедневно. Мылом следует мыть не чаще двух раз в неделю во избежание раздражения кожи. Важно обтирать ежедневно рот, где от недосмотра легко могут развиваться опасные микробы.

Помещение для ребенка надо выбирать по возможности хорошо проветриваемое, не жаркое. Одежда не должна стеснять движений. Явно вреден обычай связывать—чуть ли не до полной неподвижности—ребенка. Также вреден обычай так называемого укачивания. Ребенок должен засыпать нормально сам, если он здоров. Убаюкивание ребенка песней не должно сопровождаться тряской его, которая несомненно вредна для организма.

Наиболее важным для грудного ребенка является вопрос о кормлении. От правильного кормления в раннем возрасте

зависит нормальное развитие и благополучие ребенка в дальнейшем. Естественным видом пищи является для ребенка молоко его матери. Никакая другая пища, даже молоко другой женщины, а тем более животного, не могут заменить того пищевого продукта, который приготовлен самой природой к моменту рождения ребенка на свет. В главе о витаминах мы отмечали, что молоко как-раз содержит те витамины, которые нужны ребенку, и ничем другим заменить их нельзя. Вскармливание молоком другой женщины всегда опасно, прежде всего — уже тем, что кормилица может быть больной и передать с молоком ту или иную болезнь и ребенку. Кроме того, молоко матери и по своим составным частям несомненно более подходит к ребенку, чем молоко других женщин. Опасности вскармливания молоком животных, например коровы, сводятся к тому же, т. е. возможности передачи болезни, например туберкулеза,¹ и невозможности технически, особенно в городах, дать ребенку свежее нормальное молоко. Его по необходимости приходится кипятить, чтобы убить находящиеся там микробов, которые могут вызвать расстройство пищеварения, очень опасное для грудных детей.² Кипятя молоко, мы, как нам уж известно, разрушаем витамины, и тем лишаем молоко одного из его главных свойств. Вот почему искусственно вскармливаемые дети часто страдают недостатками развития. Если по какой-либо необходимости приходится питать ребенка молоком коровы, то его приходится разбавлять 6% раствором сахара, чтобы приблизить к составу женского молока.³

С пяти-шестимесячного возраста ребенка начинают постепенно приучать к посторонней пище, давая сначала ему, параллельно с молоком матери, немного коровьего молока. Позже начинают давать кашку. С 9 месяцев можно давать желтки яиц в бульоне. Мяса давать раньше года не следует.

Болезни детей. Дети в раннем возрасте особенно подвержены таким заразным болезням, как корь, скарлатина и т. п.

¹ Только в сравнительно редких случаях, когда молоко дают от коровы, находящейся под постоянным наблюдением, можно быть гарантированным от возможности заразиться туберкулезом через молоко. В городах, где молоко получается от различных мелких крестьянских хозяйств, никогда нельзя быть уверенным в том, что молоко взято от здоровой коровы. Значение распространения туберкулеза молоком приобретает с каждым днем все более и более значения. Оно гораздо важнее, чем думали еще недавно,

² Тридцать пять процентов всех заболеваний среди грудных детей падает на болезни пищеварительных органов.

³ В первые недели на 1 часть молока добавляют 3 части сахарного раствора, с конца 1-го месяца до 2-х месяцев разбавляют молоко двумя частями раствора сахара. Дальше разбавление идет все слабее и слабее. На втором и третьем месяце разбавляют пополам. На 4-м — прибавляют одну часть сахарного раствора на 2 части молока, а с 5-го месяца — даже на три части молока.

От оспы мы имеем могущественный предохранитель в виде прививок коревой оспы. Прививку надо делать возможно раньше, когда ребенок несколько окреп. Никакой нет опасности, если ребенку сделать прививку на 2-м месяце. Лучше не откладывать без надобности прививку, чтобы не подвергать ребенка опасности заболеть оспой со всеми ее тяжелыми последствиями (например, слепота).

Борьба с заразными болезнями у грудного ребенка не особенно трудна. Ребенка при желании не трудно поставить в условия необходимой чистоты и предохранять его от возможности заражения. Труднее предохранить ребенка от заразы в более позднем возрасте, когда он посещает школу и другие места скопления людей, где и может заразиться. Вот почему изданы специальные правила, запрещающие посещать школу в течение некоторого времени после выздоровления от заразных болезней, а также лицам, живущим в семьях, где есть больные.

Кроме всем известных заразных болезней, как корь, дифтерит, краснуха и пр., настоящим бичом детского возраста является так называемая английская болезнь, или рахит. Всем вероятно приходилось видеть, особенно в больших городах, где дети не пользуются в достаточной мере солнцем и свежим воздухом, детей больных рахитом. Это обычно — дети бледные, часто вялые, с искривленными ногами. Основа болезни — в нарушениях химии их организма, что выражается недостатком подвоза извести к костям. Отсюда — мягкость костей и их искривленность. Причина такого заболевания — в ненормальности образа жизни: недостаток солнца и движений на свежем воздухе; прибавьте к этому состав пищи, часто лишенный витаминов, — вот причины таких заболеваний, поражающих часто детей, особенно бедных слоев населения городов. Улучшение питания, организация площадок для игр, даже зимой, на свежем воздухе, летом — вывоз детей за город, — вот меры для поднятия здоровья детей в городах.

Ребенок может быть больным, хилым также по вине родителей. Некоторые болезни передаются по наследству от родителей к детям. Сюда относятся туберкулез, сифилис. Плохо влияет также на рост и развитие детей пьянство их родителей. Способы передачи туберкулеза еще не выяснены. Возможно, что передается не сам туберкулез, но предрасположение к нему в виде слабости сопротивления органов по отношению к туберкулезной бактерии. Сифилис родителей, если он плохо или вовсе не лечен, передается потомству в самых разнообразных формах. На это следует обратить особое внимание тем более, что в настоящее время сифилис вполне поддается излечению, если только лечение начато вовремя и проведено как следует, систематически,

**Передача
болезней
родителями.**

под наблюдением опытного врача. Пьянство родителей, ослабляя их организм, дает хилое, больное потомство. Дети пьяниц часто, при удовлетворительном физическом развитии, обнаруживают ряд расстройств высших форм деятельности нервной системы. Дети пьяниц часто страдают душевными болезнями и нервными расстройствами. Не мешает это помнить лицам, склонным к чрезмерному употреблению спирта. Они пропивают не только свой организм, но и организм своего потомства. Библейское выражение, что дети наказываются за грехи родителей, является истиной, гениально подмеченной народной мудростью. Разница лишь в том, что библия приписывала карающую роль влиянию божества; мы же знаем сейчас, что карает своих собственных детей сам неразумный родитель, передающий потомству ту или иную болезнь, как результат небрежности к своему здоровью.

Молочные железы.

С деятельностью половых органов тесно связана работа молочных желез. У человека и обезьяны имеется по две железы с каждой стороны груди. У других животных — их несколько пар. Молочная железа состоит из особых клеток, выделяющих молоко, и рыхлой, богатой жиром соединительной ткани. Молоко собирается в особый резервуар и отсюда по соску проводится наружу. Сосок закрыт сжимающей мышцей. При доении искусство доильщицы и состоит в том, чтобы, не производя лишних раздражений, выцедить молоко, чтобы застои его не вредили молочной железе. Молоко, понятно, образуется за счет принятой пищи.

Так как молоко содержит белок, а, как мы знаем, организм животного не в силах сам строить белки, — он может их лишь перестраивать, — то ясно, что молочному животному или кормящей женщине необходимо давать в пищу больше белка. По опытам над коровами оказывается, что на 10 килограммов молока надо 0,6 килограммов белков. Состав молока, как известно, зависит во многом от качества корма. Особенно это сказывается на вкусе молока и молочных продуктов. По богатству витаминами разные сорта молока могут значительно отличаться друг от друга. Летнее молоко, когда корова поедает богатый витаминами корм, богаче этими веществами, чем молоко коровы, питающейся сухим кормом зимой. На качество и количество молока влияют резко обстановка и состояние нервной системы. Известно, что коровы в теплом хлеву дают больше молока. На холоду часть энергии пищи идет на нагревание, и молока получается меньше. По опытам кормления детей известно, что нервные возбуждения кормящей вредно отражаются на свойствах молока. Оно становится вредным и вызывает ряд расстройств у ребенка. Не надо забывать, что многие лекарственные вещества, в том числе и спирт, переходят в молоко и могут отравить ребенка.

Каков механизм отделения молока? Почему молочная железа начинает работать лишь к моменту появления ребенка на свет? На эти вопросы мы сейчас имеем ответы. С целью изучить влияние беременности и родов на деятельность молочной железы, ее удаляли с нормального места и пересаживали на другое, нарушая таким образом связь ее с нервной системой. Оказывается, что молочная железа работает и при этих условиях, и так же точно ее работа стоит в связи с деятельностью полового аппарата. Отсюда ясно, что работа молочной железы возбуждается не аппаратами центральной нервной системы, а половыми органами. Ближайшее исследование показало, что возбуждения к молочной железе идут из матки и оболочек находящегося в ней плода. Здесь вырабатываются те химические возбудители, с которыми мы уже столько раз встречались под названием гормонов. Отсюда они приносятся к молочной железе и заставляют ее работать. Правда, не все вопросы еще вполне ясны. Мы не знаем, например, почему молоко отделяется спустя еще много месяцев после родов.

Наследственность.

Одним из самых интересных вопросов, связанных с продолжением рода путем размножения, является передача наследственных свойств родителей. Помимо глубокого научного интереса, эта глава физиологии, обособившаяся в особую ветвь науки, имеет значение с точки зрения практики. Уловив законы передачи свойств по наследству, мы можем управлять ими по желанию и получать животных с нужными нам свойствами. Путем подбора родителей мы можем улучшить породу нашего скота. Это, как вы знаете, сейчас и делается. Существует особая наука о разведении животных — зоотехния, т.-е. животноводство. В этой области знания учению о передаче свойств по наследству уделяется немало внимания. Основные законы наследственности были открыты еще в 1865 г. Менделем. Они долго не привлекали внимания ученых, и только лет 25 тому назад наука обратила внимание на работы скромного австрийского ученого. Мендель изучал на растениях, преимущественно на горохе, результат скрещивания¹ разных сортов гороха. Горох, как известно, встречается в нескольких разновидностях, которые отличаются цветом, величиной стебля, формой семян и другими признаками, более или менее резко бросающимися в глаза.

Мендель скрещивал горох с красными цветами с горохом, имеющим белые цветы. При этом в результате получалось потомство, исключительно и м е ю щ е е к р а с н ы е ц в е т ы. Отсюда Мендель вывел свой знаменитый закон, который гласит, что, при смешении двух разных форм, в пер-

¹ Т.-е. соединения.

вом поколении один из признаков исчезает, а другой удерживается. Сохраняющиеся признаки Мендель назвал преобладающими (доминирующими), а исчезающие — отступающими (рецессивными).

Этот закон касается лишь первого поколения. Если теперь от первого поколения получать потомство дальше, то во втором и следующих поколениях мы встретим появление исчезнувших признаков. Так, в нашем примере, исходя из гороха с красными и белыми цветами, в первом поколении мы получили одни красные цветы. Скрещивая этот вид гороха друг с другом, мы, ожидая получить снова потомство с одними красными цветами, с удивлением, если не подготовлены к этому, увидим, что во втором поколении, на ряду с красноцветным горохом, мы получим опять некоторое количество белоцветного гороха. Такое появление снова отступающих признаков Мендель назвал законом расщепления.

В дальнейшем, следя за результатом следующих скрещиваний, Мендель нашел, что в последующих поколениях у красноцветных особей гороха расщепление идет и в дальнейших поколениях. У них всегда получается часть белоцветных особей. Белоцветные же особи ни когда больше не дают красноцветных. Таким образом оказывается, что, после расщепления, особи с отступающими признаками остаются неизменными в дальнейшем, а особи с преобладающими признаками могут давать расщепления и в следующих поколениях. В настоящее время изучают, сколько и каких форм получается при скрещивании форм особей, отличающихся теми или иными признаками. Сами признаки изучаются с целью установить, какие из них являются преобладающими и какие — отступающими. Изучение сложных случаев привело к новому важному закону независимости признаков друг от друга. При наличии многих признаков, каждый из них подчиняется приведенным выше законам. Не входя в подробности, укажем на то важное значение, какое может иметь применение указанных законов на практике. Управляя появлением тех или иных признаков, мы можем получить путем скрещивания новые формы как животных, так и растений, с особыми ценными признаками. Таким путем можно повысить ценность животных и растений. Можно вызвать появление новых видов растений, важных для данного района. Так, например, найдя растения, выдерживающие недостаток воды, мы уменьшим сильно опасность засух. Сейчас ученые работают энергично в этом направлении, и мы имеем уже множество (иногда тысячи) новых видов, полученных искусственно путем скрещивания особей, тщательно отобранных, с определенными желательными признаками. Понятно, насколько важен отбор

и в человеческом обществе. У человека также при скрещивании получается закрепление определенных особенностей. Некоторые из них — как, например, физическая сила, красота — считаются желательными. Другие могут быть вредны для общества. Понятно, что передача некоторых болезней — как, например, кровоточивость, слабость деятельности нервной системы, вызывающая душевные болезни, — крайне нежелательна для общества, и ее надо всячески избегать. Все это — нежелательные признаки, которые необходимо устранять при помощи соответствующего подбора родителей. Отсюда возникла молодая еще наука — **евгеника**, которая изучает условия рождения наиболее здорового и сильного потомства у людей. Эта часть науки разрабатывается усиленно в Европе, и особенно в Америке. В нашей Республике только с 1920 г. евгеникой стали заниматься сколько-нибудь систематически. Сейчас есть две ячейки, где занимаются евгеникой: в Москве — в Институте Экспериментальной Биологии, и в Ленинграде — при постоянной комиссии по изучению производительных сил при Российской Академии Наук. Задачи этих ячеек пока сводятся к изучению наследственности у человека путем анкет, экспедиций и специальных обследований и распространению в широких массах знания законов наследственности.

Самый механизм передачи наследственности нам пока неизвестен. Современная наука стремится найти и здесь физико-химические законы. Господствующим направлением сейчас является стремление представить себе особенности разных, даже родственных особей — различием химических свойств состава их клеток.

Половые болезни.

На качества потомства нередко влияют болезни родителей. Особенно опасен в этом случае сифилис. В настоящее время известно, что он происходит от внедрения в организм представителя из мира простейших, — так называемой «бледной спирохеты» (см. рис. 67). Спирохета проникает в организм человека чаще всего при половом сношении с больным сифилисом. В некоторых случаях спирохета может проникнуть и иным путем. При сожительстве с больным сифилисом, особенно когда у него имеются



Рис. 67. Спирохета сифилиса.
В центре рисунка — взрослая спирохета. Внизу и слева — спирохеты в состоянии деления.

сифилитические язвы, спирохеты отсюда могут попасть к здоровому. Больной может заразить нас поцелуем.

Употребление общей посуды для еды и питья, некоторые религиозные обряды — например, причащение одной ложкой — также могут стать источником заражения. Сифилис — упорная болезнь. Ее опасность состоит в том, что по временам она затихает, чтобы дать возврат иногда много лет спустя. Наиболее действительная мера предохранения от сифилиса, это — избегать беспорядочных половых сношений. Раз заразившись этой болезнью, ее не следует скрывать, и надо немедленно обращаться к врачу. Сейчас есть способы излечить сифилис, особенно если его захватить в первые же дни после заражения. В препаратах ртути и мышьяка (препараты 606, 914 и другие) мы имеем могучие средства, убивающие спирохет, особенно пока они еще не укрепились в нашем организме. Особенно надлежит обратить внимание на то, что сифилис вредно отражается на детях больного. Если человек женился, не вылечив своего сифилиса, от него могут родиться дети, страдающие разными формами сифилиса, между прочим и сифилисом нервной системы, выражающемся часто слабоумием. Кто не хочет иметь детей-идиотов и недоразвившихся, тот перед женитьбой должен посоветоваться с врачом и только тогда жениться, когда врач ему скажет, что у него не осталось и следа от бывшего сифилиса. Теперь есть способы — по исследованию крови — узнать, сохранилась ли еще где-нибудь в организме сифилитическая зараза, или она уже уничтожена окончательно.

Понятно, что мерами против внеполового заражения сифилисом должны быть меры чистоты и опрятности. Не следует пользоваться общей посудой, особенно где бывает много различных, неизвестных нам близко лиц, как, например, в артелях, на работах и т. п.

Если есть опасение, что к нам в организм попала тем или иным путем сифилитическая зараза, следует немедленно втереть себе (лучше в половой член) мазь, состоящую из препарата ртути в вазелине. Эту мазь, предложенную для целей предохранения профессором И. Мениковым, приготовят в каждой аптеке. Ее состав несложен: это — смесь каломеля с вазелином (каломеля 30,0, вазелина 100,0). По имеющимся опытам и наблюдениям, втирание этой мази, спустя 2 — 3 часа после подозрительного полового сношения, предохраняет во многих случаях от развития сифилиса. Очевидно, ртуть успевает настичь спирохету на первых же этапах ее продвижения по организму.

Другая распространенная половая болезнь — триппер, или гоноррея, — зависит от проникновения в мочевой канал бактерий, так называемых гонококков (рис. 68). Болезнь эта характерна отделением гноя из мочевого

Гоноррея.

канала. Плохо леченная и запущенная, она может натворить немало бед, вызвав даже бесплодие как у мужчины, так и у женщины.

Гонококки опасны особенно еще для глаз. Больной триппером должен поэтому остерегаться занести их себе в глаза. От этого можно ослепнуть. Вот почему новорожденным на всякий случай, сейчас же после рождения, вспрыскивают в глаза раствор азотнокислого серебра. С введением этого обычая резко уменьшилось число заболеваний глаз у детей.

Триппер, — опасная и серьезная болезнь. Ее, как и другие болезни, не следует лечить самому или обращаться к знахарям и знахаркам. Лечить триппер надо у опытного врача. Предохранение от триппера, как и от сифилиса, сводится прежде всего к воздержанию от половых сношений с лицами, подозрительными в смысле их здоровья. Как меры предосторожности против триппера и вообще против половых болезней, рекомендуется чистота тела, особенно полового аппарата. Обмывание до и после сношения теплой водой и мылом часто предохраняет от заражения. После сношения рекомендуют выпустить мочу, которая таким образом промывает канал, унося оттуда то, что могло попасть во время сношения. Если есть опасение, что трипперная зараза попала

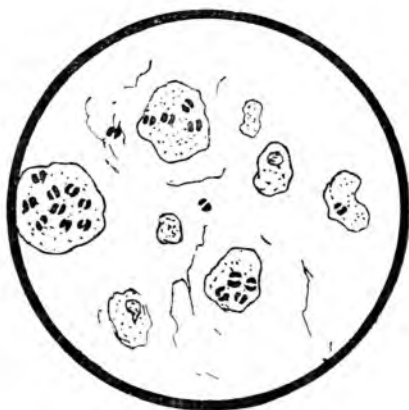


Рис. 68. Капля гноя из мочевого канала больного триппером. Видны белые кровяные шарики (фагоциты), нагруженные гонококками. Кое-где в гною имеются свободно лежащие гонококки в виде лежащих парами небольших, несколько изогнутых телец. Для гонококков характерно такое попарное расположение очень близко друг к другу с небольшой лишь щелью между ними. Кроме того, надо обратить внимание на то, что большинство гонококков обычно находится внутри белых шариков, беспощадно истребляющих гонококков. На препарате видны нити слизи.

в мочевой канал, его надо промыть сейчас же после полового сношения слабым раствором какой-нибудь жидкости, убивающей бактерии. Проще всего это сделать, промыв канал члена слабым раствором марганцевокислого калия. Это — всем известные темные кристаллики, дающие при растворении розовую жидкость. Жидкость эта окисляет вещества и, встречая микроба, убивает его. Один-два кристаллика достаточны на стакан воды, которая должна быть чуть-розового цвета. Этой жидкостью надо промыть член и мочеиспускательный канал, введя туда рас-

твор при помощи спринцовки. Не следует увлекаться и применять крепкие растворы. Этим можно только повредить организму.

Мягкий шанкр. Третья половая болезнь — так называемый мягкий шанкр — не представляет такой опасности для организма, как триппер и сифилис. Это, повидимому, чисто местная болезнь, которая сравнительно легко излечивается и не оставляет последствий. Важно только помнить, что иногда больной одновременно заражается и сифилисом, и мягким шанкром, и, начавшись как мягкий шанкр, болезнь может затем принять форму сифилиса. Поэтому надо во всех случаях, когда на половых органах обнаружится язва, рана или даже царапина, немедленно показаться врачу.

До излечения всякого рода язвы или царапины не следует иметь половых сношений. Спирохэта сифилиса повидимому не проникает через неповрежденную кожу. Поэтому, намереваясь совершить половое сношение, надо по возможности тщательно осмотреть свои половые органы и, если есть царапина или ссадина, воздержаться от сношений, если нет уверенности в полном здоровье лица, с которым намереваешься вступить в половые сношения.

XIII.

ФИЗИОЛОГИЯ ОРГАНОВ ЧУВСТВ (АНАЛИЗАТОРОВ).

План устройства анализаторов. — Анализаторы кожные, обонятельные, вкусовые, глазной, слуховой; орган равновесия. — Уход за анализаторами.

Нервная система. Чтобы закончить наш общий обзор деятельности отдельных частей организма, нам надо вернуться к началу наших занятий и рассмотреть деятельность того аппарата, который имеет своей целью установку нашего организма в согласии с явлениями во внешнем мире. Вы догадываетесь, что речь идет о нервной системе. В начале наших занятий мы коснулись лишь ее общих свойств, поскольку это надо было для понимания деятельности отдельных органов, на работе которых отражается влияние нервной системы. Теперь нам надо ближе подойти к самой нервной системе и посмотреть, каков план ее устройства и как работают ее отдельные части. Об общем плане устройства нервной системы мы уже говорили. Мы видели, что нервная система состоит из

центрального аппарата в виде спинного и головного мозга и периферических аппаратов, разбросанных на поверхности нашего организма. Эти аппараты предназначены улавливать отдельные явления внешнего мира, анализируя таким образом сложные влияния всей совокупности условий, действующих на поверхность нашего тела. В виду этого, как мы видели, знаменитый русский физиолог И. П. Павлов предложил называть эту часть нервной системы периферической частью анализатора. Напомним, что под анализатором понимают то, что до сих пор называли органами чувств, т.-е. воспринимающий аппарат на поверхности тела и тот центральный участок нервной системы, с которым этот аппарат связан при помощи нервных проводников. Весь этот аппарат Павлов и называет анализатором внешнего мира. В нем естественно различать: а) периферическую часть — в виде самого воспринимающего аппарата, расположенного на поверхности, или, иначе, на периферии тела: это и есть периферический отдел анализатора, и б) центральную часть, — в виде групп нервных клеток, находящихся в спинном и головном мозгу, — это будет центральная часть анализатора. Так, например, глаз по этой системе обозначения будет периферической частью светового анализатора, а те станции центральной нервной системы, куда идут и где оканчиваются волокна глазного нерва, должны быть названы центральной частью того же светового анализатора. Весь аппарат, начиная с глаза, включая глазной нерв и все станции (группы клеток и волокон), находящиеся по дороге от глаза к центральным станциям в коре большого мозга, обобщается под названием светового анализатора.

Изучение нервной системы мы начнем с периферических частей отдельных анализаторов, переходя затем к центральным его отделам.

Начнем с простейшего по своему строению анализатора, предназначенного к улавливанию механических раздражений, идущих из внешнего мира. Это — очень важный анализатор. Местом расположения его периферических частей является кожа. Исследуя под микроскопом отдельные участки кожи, мы встречаем между клетками поверхностного покрова — эпителия — простейшие нервные аппараты в виде разветвления нервных веточек. Глубже, под эпителиальным слоем, лежат более сложные образования, представляющие собою те же нервные ветки, но снабженные особыми аппаратами, как бы крышечками или футлярами, надетыми один на другой. Эти аппараты считаются за приспособления, отмечающие механические раздражения. Раньше их называли

**Кожные
анализаторы.**
а) Механиче-
ский.

«осозательными тельцами». Теперь мы их должны назвать «периферической частью механического анализатора». У разных животных они устроены различно. Даже у одного и того же животного, но в разных областях кожи, устройство этих анализаторов различно. Однако все они имеют то общее, что в основе лежит нервная веточка, являющаяся по видимому главной частью аппарата. Рис. 69 и 70 дают понятие о только-что описанных аппаратах. Рис. 70 показывает расположение одного такого аппарата в коже под слоем эпителия.

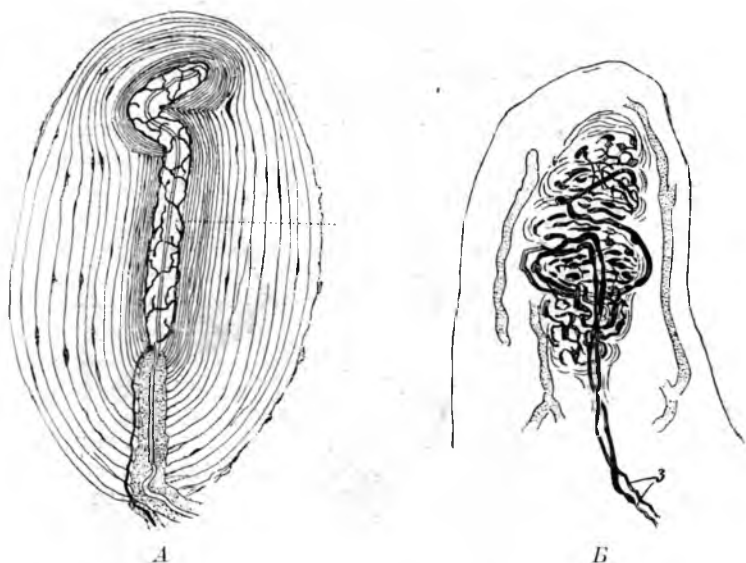


Рис. 69. Нервные аппараты кожи, воспринимающие механические раздражения (периферическая часть кожно-механического анализатора). А — тельце Фатер-Пачини (орган осязания); Б — тельце Мейснера (орган осязания).

Наиболее богата такими аппаратами кожа пальцев рук (мякоть).

Кроме аппаратов, анализирующих механические раздражители, в коже имеются нервные приборы, отмечающие температурные влияния. Исследуя чувствительность кожи к теплу и холоду точными приборами, нашли, что определенные точки кожи раздражаются тепловыми раздражителями, другие же чувствительны к раздражениям низкими температурами. Наиболее тонко различает температурные раздражители — кожа в области кончика языка, губ, щек и тыла руки. Мы все по опыту знаем, что, желая определить,

6) Температурный анализатор.

например, повышена ли у нас температура, мы прикладываем ко лбу не ладонь, а именно тыльную поверхность кисти руки.

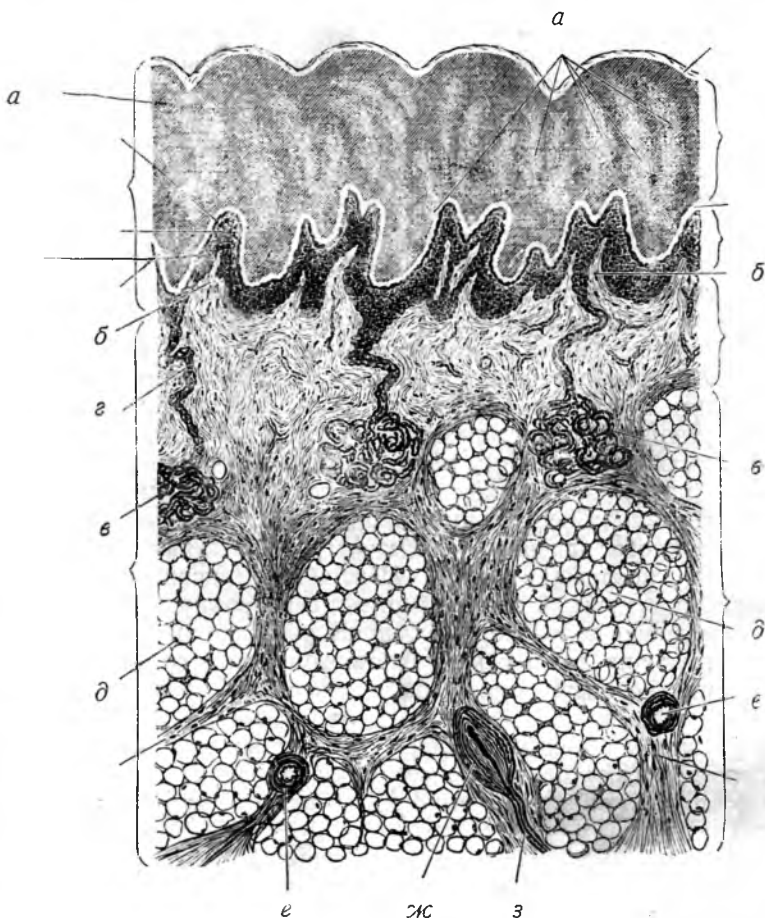


Рис. 70. Поперечный разрез через кожу. Видны: *а* — поверхностный слой покровного эпителия, *б* — соединительная ткань; в ней: *в* — потовые железы, *г* — проток, выводящий пот наружу, *д* — жировая ткань, *е* — перерезанные кровеносные сосуды (маленькие артерии), *ж* — нервные воспринимающие аппараты (периферические части кожно-механического анализатора), *з* — нервное волокно, передающее в центральную нервную систему сигнал с кожи (центростремительное нервное волокно).

Наконец, каждый знает, что резкие разрушительные раздражители, — будут ли они температурными или просто механическими, — вызывают состояние в нервной системе, которое субъ-

ективно воспринимается нами как боль. Это заставляет признать в коже наличность особых нервных аппаратов для болевых ощущений.

Мы уже встречались с кожей, как органом выделения и регулятором отдач организмом тепла. Как видим, кроме этого, кожа играет еще роль одного из главных сигнальных аппаратов центральной нервной системы для улавливания во внешнем мире изменений, важных для организма.

Что касается центральной части кожного анализатора, то он находится в головном мозгу, в самой верхней части, в области так называемых центральных извилин (см. рис. 87—88). Каково же значение описанных анализаторов? Лучше всего это выясняется из опытов, поставленных в лаборатории И. П. Павлова. У собаки были удалены центральные части кожного анализатора.¹ После этого собака потеряла способность руководствоваться кожными анализаторами в обыденной жизни.² Так, например, если такой собаке случалось зацепиться за ножку стола или стула, она долго стояла, выла, толкалась на месте, и лишь случайно могла освободиться на волю. Такая собака могла бы заблудиться около одного дерева! Специальные наблюдения вскрыли механизм этого странного явления. Собака утратила связь с внешним миром при посредстве кожи. Центральная нервная система, не получая в каждый данный момент с поверхности кожи точных сигналов о положении тела в пространстве, не могла дать соответствующих точных же распоряжений тем группам мышц, сокращение которых должно было освободить собаку из ненормального положения.

Очевидно, в обычных условиях, постоянно несущиеся с кожи сигналы помогают нервной системе так направлять деятельность мышц, что мы немедленно выходим из любого затруднительного положения.³

Перейдем к более сложным анализаторам. Такими, после кожного, являются анализаторы, заложенные в полости носа, на

¹ Были удалены верхние части мозговых полушарий.

² Собака несколько плохо различала предметы, так как был задет при операции отчасти центральный конец глазного анализатора. Страдала отчасти и походка, так как повреждены были станции, управляющие движениями. В остальном собака была нормальна, весела, жива, отлично ориентировалась ушным анализатором, прибегая на кличку, и т. п.

³ Сходное явление представляют собою люди, страдающие так называемой «сухоткой спинного мозга». Болезнь эта состоит в повреждении проводников, связывающих кожу нижних конечностей с головным мозгом. Результат получается тот же: больные не могут ходить без посторонней помощи и заменяют недостающие сигналы с поверхности кожи сигналами с глаз. Вот почему страдающие спинной сухоткой пристально смотрят во время ходьбы на кончики своих ног.

поверхности языка и в слизистой оболочке полости рта. В просторечии они известны под именем органов вкуса и обоняния.

В верхних отделах носа помещаются особые **Обонятельный анализатор.** клетки, находящиеся между клетками эпителия, выстилающего полость носа. Они находятся в связи с концевым аппаратом обонятельного нерва, который, поднявшись в мозг, оканчивается в области мозга, носящей то же название (обонятельная доля мозга). Эта часть, слабо развитая у человека, у животных — особенно хищных — достигает значительного развития. Самый механизм раздражения обонятельных клеток сводится, очевидно, к химическому влиянию тех частиц пахучих веществ, которые приносятся в нос-

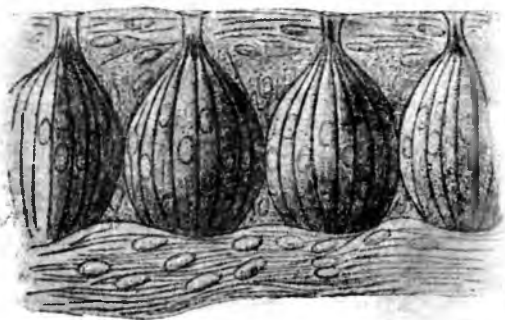


Рис. 71. Клетки обонятельного анализатора, расположенные в слое эпителия между его клетками.

вую полость с током воздуха. Здесь вещества эти, растворяясь в слизи, покрывающей внутреннюю оболочку полости носа, проникают к обонятельным клеткам и возбуждают их. Насколько чувствительны обонятельные клетки, показывают следующие подсчеты. Обонятельные клетки отмечают присутствие одной двухсотмиллионной доли грамма розового масла, одной двухмиллиардной доли грамма мускуса. Если растворить в литре воздуха одну двадцатитрехмиллиардную долю грамма одного из особенно сильно и неприятно пахнущих веществ, именно меркаптана, наш носовой анализатор даст знать о присутствии этого вещества в достаточно отчетливой форме. Если такова чувствительность носового анализатора у человека, с его сравнительно слабо развитым обонянием, то что же сказать о животных, для которых этот анализатор является одним из важнейших в их жизни? Нет ничего удивительного в тех чудесах обоняния, на которое способны охотничьи и полицейские собаки.

**Вкусовой
анализатор.**

Другие химические анализаторы расположены в полости рта—на языке и на мягком нёбе (передние дужки). Здесь имеются особые образования, известные под именем «вкусовых почек», или, как их называют картинно, «вкусовых луковиц». Действительно, своим видом они напоминают луковичи с их лежащими друг над другом листками. Листки эти, состоящие из эпителиальных клеток, прикрывают особые клетки с отростками, которые и являются, в сущности, воспринимающим аппаратом, так как стоят в связи с нервом (рис. 72). Главным местом нахождения периферических частей вкусового анализатора является язык, особенно его корень.

Вкусовой анализатор является, по всем данным, сложным аппаратом, состоящим из нескольких частей, рассчитанных на различные раздражители. Наш вкусовой аппарат раздражается четырьмя раздражителями, которые воспринимаются нами субъективно, как ощущения сладкого, горького, кислого и соленого.

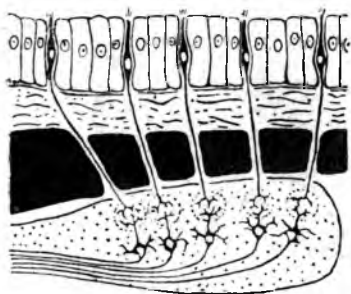


Рис. 72. Изображение вкусовых почек, или луковиц, поверхности языка.

Аппараты, воспринимающие эти раздражители, расположены в разных частях языка. Так, для сладких веществ анализатор находится на кончике языка. Анализатор кислого—у края, а горького—у основания языка. Соленые вещества действуют главным образом на конец и край языка. Вкусовой анализатор способен довольно тонко,—хотя не в такой степени, как обонятельный,—отмечать присутствие различных веществ. Особенно тонко различение горьких веществ. Хинин, например, различается нашим вкусовым анализатором при разведении 1 на 100 000. Лучшее всего развит вкусовой анализатор у жвачных и грызунов. Соответственно с этим и воспринимающий аппарат их состоит из большого числа вкусовых почек.

Вкусовой анализатор, повидимому, готов к действию тотчас же после рождения животного на свет, когда другие анализаторы еще не развились. Это стоит, очевидно, в связи с важной ролью этого анализатора, как защитника организма от могущих попасть в рот ядовитых веществ. Другое значение его мы видели в главе о пищеварении. Это—сигнализатор, приводящий в действие пищеварительный аппарат (пищеварительные железы).

Еще более сложно устроен анализатор световой энергии — глаз. В этом органе клетки, воспринимающие световые волны, находятся глубоко на дне глаза, отделенные от поверхности целым рядом различных аппаратов и приспособлений. Некоторые из этих аппаратов играют защищающую роль. Они предохраняют нежную воспринимающую свет оболочку от грубых влияний окружающей среды. Другие части глаза служат для проведения световых

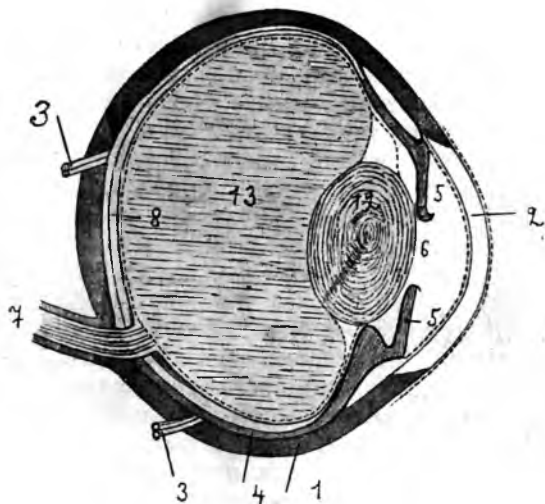


Рис. 73. Разрез глаза высших животных: 1—склера (белковая оболочка); 2—роговая оболочка; 5—радужная оболочка; 6—зрачок; 12—хрусталик; 13—стекловидное тело; 8—сетчатая оболочка; 7—зрительный нерв; 4—сосудистая оболочка.

волн к определенным частям воспринимающего аппарата, чем, как увидим дальше, достигается ясность и точность изображений различных предметов.

Строение глаза.

Посмотрим, как устроен в общем глаз. С этой целью обратимся к разрезу глаза. Рис. 73 представляет нам глаз, разрезанный вертикально. На разрезе мы видим, прежде всего, перерезанными три оболочки, или три слоя, из которых состоит стенка глаза, или, как его называют, — **глазного яблока** — в виду его шаровидной формы. Самый наружный слой составляет **белковая оболочка**, или **склера**. Это — та белого цвета оболочка, которая отчетливо видна на каждом глазу. В обыденной речи мы называем ее просто «**белком**» за ее белый цвет. Передняя часть этой

самой наружной оболочки глаза прозрачна, несколько выпукла. Она носит название роговицы, или роговой оболочки.

За склерой лежит вторая оболочка, получившая название сосудистой из-за обилия в ней кровеносных сосудов. Эта оболочка, не доходя до передней части глаза, загибается и образует в передней части глаза, сейчас же за роговицей, как бы перегородку с отверстием посредине. Отверстие носит название зрачка. Перегородка, образуемая сосудистой оболочкой, видимая нами сквозь роговицу, носит название радужной оболочки. От ее цвета и зависит цвет глаз. Радужная оболочка содержит в себе мышечные волокна и потому может суживать зрачок. Самая внутренняя оболочка является аппаратом, воспринимающим световые волны. Эту оболочку называют сетчатой, или просто сетчаткой. Отсюда начинаются волокна зрительного нерва. Строение сетчатки очень сложно.

**Сетчатка,
ее строение
и роль.**

Самой главной составной частью ее считаются особые своеобразные клетки, названные «палочками» и «колбочками». Действительно, одни из них представляются вздутыми, с заострениями на конце, это — колбочки; другие — более цилиндрические: их называют палочками. Предполагают, что палочки раздражаются всеми световыми волнами, независимо от длины волны. Колбочки же возбуждаются волнами лишь определенной длины волны. Таким образом в палочках хотят видеть аппарат, воспринимающий свет и его яркость. Колбочки же считаются аппаратом, улавливающим различие волн световых лучей, что субъективно нами воспринимается, как разные цвета.

**Зрительный
пурпур.**

Во внешних слоях палочек уже давно¹ было открыто особое вещество розового цвета, названное зрительным пурпуром. На свету зрительный пурпур быстро обесцвечивается, в темноте же снова восстанавливает свою розовую окраску. Опыты показали, что обесцвечивание зрительного пурпура совершается быстрее всего при освещении сетчатки белым, синим или фиолетовым светом. При действии красного света зрительный пурпур обесцвечивается значительно медленнее. Тому, кто знаком с фотографией, невольно бросается в глаза сходство в этом отношении зрительного пурпура с нашими фотографическими пластинками. Это сходство побудило ученых попытаться использовать сетчатку глаза, как фотографическую пластинку, и получить на ней изображение. Такой опыт был сделан на кролике. Его предварительно выдержали в темноте, а затем выставили на свет перед окном. В результате получили на его сетчатке белое изображение оконной рамы на розовом фоне. Это дало вначале повод

¹ В 1876 г. — Боллем.

считать, что зрительный пурпур и есть то вещество, которое участвует непосредственно в анализе световых волн. Такой взгляд попал и во многие популярные книги. Теперь смотрят несколько иначе. Считают, что зрительный пурпур лишь усиливает чувствительность сетчатки, делая ее восприимчивой и к слабым раздражителям.

Не все части сетчатки одинаково чувствительны к свету. То место, где зрительный нерв отходит от сетчатки, совершенно нечувствительно к световым раздражениям. В этом месте сетчатка лишена и палочек, и колбочек. Это место получило назва-



Рис. 74 — для опытов со слепым пятном. Для удачи опыта надо одним глазом смотреть, не сводя глаза, на один из крестиков и при этом медленно отодвигать рисунок от глаза вперед по прямой линии. При этом на известном расстоянии от глаза исчезнет сначала левый малый круг. Двиньте рисунок еще дальше, и этот круг появится вновь, но зато исчезнет большой. При дальнейшем движении рисунка исчезнет крайний справа, но будут хорошо видны остальные.

Слепое пятно. ние слепого пятна. В существовании на сетчатке такого нечувствительного к свету места нетрудно убедиться на опыте. Стоит на черной бумаге нарисовать три круга, — один большой и два малых, — а на некотором расстоянии от них — два крестика (рис. 74). Закрыв один глаз и смотря другим на верхний крестик, станем удалять от себя рисунок. На некотором расстоянии (примерно 20 сантиметров) мы увидим, что большой круг исчезнет. Продвинув рисунок дальше или приблизив несколько его к себе, мы опять станем видеть круг.

Несколько кнаружи от слепого пятна, прямо против зрачка, расположено на сетчатке место величиною с булавочную головку, особенно богатое колбочками.

Желтое пятно. Это — так называемое желтое пятно.¹ Эта часть сетчатки отличается особенно развитой способностью улавливать световые раздражения. Желая ясно видеть предмет, мы по инстинкту направляем наш глаз так, чтобы изображение предмета упало на желтое пятно.

¹ В мертвом глазу это место имеет желтоватый оттенок.

До сих пор не выяснена способность сетчатки различать световые волны различной длины, как отдельные раздражители. Выражаясь иначе, не выяснен механизм различения цветов. Основываясь на физическом законе смешения цветов, который показывает, что, смешивая два цвета — как, например, красный и зеленый, зеленый и фиолетовый, желтый и синий и т. д. — можно получить белый цвет, высказывали предположение, что в сетчатке имеется три вида воспринимающих аппаратов: для зеленого, красного и фиолетового цветов.¹ От комбинации степени раздражения этих аппаратов и зависит ощущение того или иного цвета. Насколько этот взгляд соответствует тому, что происходит в сетчатке при ее возбуждении светом, сказать нельзя, и на приведенный взгляд следует смотреть лишь как на предположение.²

Дальтонизм. Существуют люди, от природы лишенные способности различать некоторые цвета. Чаще всего это касается красного цвета и его оттенков. Такая особенность глаза называется **д а л ь т о н и з м о м**.³ Это обстоятельство особенно важно в практическом отношении в тех профессиях, где — как, например, на железной дороге — надо точно и тонко улавливать цветовые, особенно красные сигналы. Вот почему при приеме на службу будущих железнодорожников испытывают их глазной анализатор на точность различения цветов.

Зрительные следы. Из других особенностей сетчатки интересна способность ее сливать изображения, повторяющиеся чаще десяти раз в секунду. На этом свойстве глаза основан кинематограф. Для воспроизведения на экране движущихся фигур делают ряд снимков и затем быстро воспроизводят их один за другим на экране. В нашем глазу отдельные снимки сливаются в одно изображение. Измерения показали, что глаз наш сохраняет в течение одной десятой секунды след от изображения. Вот почему ряд изображений, сменяющихся чаще, чем десять раз в секунду, сливается друг с другом, и мы видим одно изображение.

Световые контрасты. Укажем еще на одно интересное явление: это — на явление так называемой **с в е т о в о й** **п р о т и в о п о л о ж н о с т и** (светового контраста). Сущность этого интересного явления лучше всего уяснить себе из следующих простых опытов. Вырежем из цветной бумаги —

¹ Эта теория предложена знаменитыми учеными: англичанином Юнгом и германцем Гельмгольцем.

² Такое предположение, пока оно не подтверждено опытом, называется в науке **г и п о т е з о й**.

³ Знаменитый физик Дальтон страдал таким недостатком; по его имени и самый недостаток различения цветов называется дальтонизмом. Есть разные степени и виды дальтонизма.

например красной — квадрат, наклеим его на белую бумагу и будем пристально глядеть на него, не моргая глазами, в течение нескольких секунд. Быстро переведя затем взгляд на белую поверхность, мы увидим таких же размеров квадрат, окрашенный в зеленый цвет. Повторяя этот опыт с квадратами, окрашенными в другие цвета, мы убедимся, что, утомив глаз каким-нибудь цветом, мы затем видим квадрат дополнительного¹ цвета.

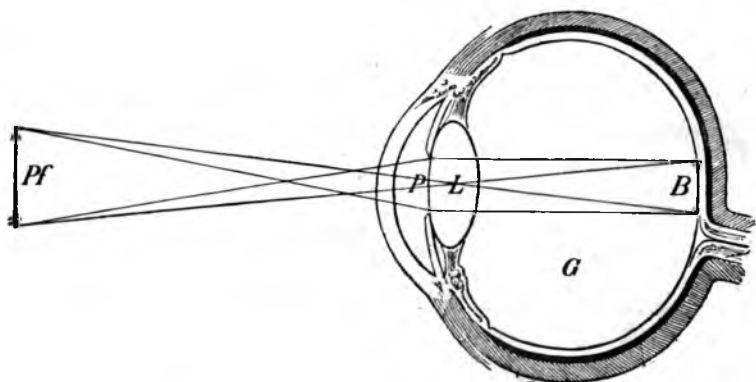


Рис. 75. Схема преломления лучей света в глазу: *P*—передняя камера глаза; *L*—хрусталик; *G*—стекловидное тело; на рисунке видно, как предмет, изображенный стрелкой—*Pf*—дает на сетчатой оболочке глаза уменьшенное и обратное изображение (*B*).

Обратившись к рис. 73 (стр. 209), мы видим, что между сетчаткой и внешним миром имеется ряд искривленных тел с более или менее значительной кривизной. Это — выпуклые тела: а) стекловидное тело, наполняющее почти всю внутренность глазного яблока; б) небольшое тело чечевицеобразной формы, лежащее прямо против зрачка, в углублении на передней поверхности стекловидного тела; это — так называемый «хрусталик»; наконец, в) выпуклая роговица вместе с жидкостью, наполняющей пространство сзади нее. Она также играет роль выпуклого тела. Особенность всех выпуклых тел, как мы знаем из физики, состоит в преломлении лучей. Опыт показывает, что в нормальном глазу перечисленные преломляющие среды устроены так, что уменьшенное изображение предмета в обратном виде падает на сетчатку (рис. 75). Не всегда, однако, преломляющая способность сред нашего глаза такова.

¹ Дополнительным для данного цвета называется цвет, примесь которого дает белый цвет. Зеленый есть дополнительный к красному, и обратно; желтый — к голубому.

У некоторых лиц сетчатка не приходится в фокусе преломляющих аппаратов глаза. У одних она лежит дальше, чем следует, у других — ближе. В обоих случаях, понятно, не получается ясного и яркого изображения на сетчатке, и оба будут различать неясно окружающие предметы, лежащие дальше известного расстояния от глаза. Это — так называемые близорукие и дальнозоркие люди. Врачи прописывают им ношение очков, которые, изменяя ход лучей, исправляют таким образом¹ недостаток и позволяют видеть отчетливо предметы с разных расстояний.

Приспособление к расстояниям.

Хрусталик заключен в сумку, которая подвешена связками, кончающимися в особой мышце. При нормальных условиях связки тянут сумку, которая, сжимая хрусталик, делает его плосче. Когда мышцы расслабляются, они отпускают концы связок; хрусталик, освободившись от давления своей сумки, как упругое тело, становится выпуклее. Хрусталик поэтому может то сильнее, то слабее преломлять лучи. Таким образом наш глаз приспосабливается к предметам, находящимся от него на различных расстояниях.²

Защитные приспособления глаза. Глаз снабжен целым рядом защитительных приспособлений. Прежде всего — веки, которые своим миганием постоянно смачивают глаз слоноватой жидкостью (слезы); ресницы и брови, являющиеся органами механической защиты. У животных — например, у птиц — для этого служит особая перепонка. Более тонким приспособлением является радужная оболочка, суживающая зрачок при сильном световом раздражении и тем предохраняющая наш глаз от излишнего света. Сужение и расширение зрачка происходит рефлекторно, от раздражения глаза светом. Интересным защитным свойством отличается хрусталик. Всем известно, какое губительное действие производят некоторые лучи, особенно те, которые расположены за фиолетовой частью спектра. Эти невидимые нашим глазом лучи, отличающиеся короткими волнами, губительно действуют на протоплазму. Хрусталик наш, оказывается, не пропускает этого рода лучей вовнутрь глаза и тем предохраняет сетчатку от вредных «зафиолетовых» (ультрафиолетовых) лучей.

¹ Близоруким дают двояковогнутые стекла, которые рассеивают лучи и удаляют тем точку их пересечения. Умелым подбором стекол можно добиться перенесения точки пересечения лучей как раз на сетчатку. То же самое приходится делать и дальнозорким, — им нужны двояковыпуклые стекла, которые приближают точку пересечения преломляющихся через них лучей.

² Эта способность называется «аккомодацией», т.-е. — в переводе — «приспособлением».

Мышцы глаза. Глазное яблоко снабжено несколькими мышцами, обеспечивающими его значительную подвижность. Степень сокращения этих мышц, в зависимости от удаленности рассматриваемого предмета от глаза, является тем раздражителем, на основании которого мы судим о расстоянии предмета в целом и отдельных его точек от глаза. С этой точки зрения глазные мышцы являются как бы органом геометрического анализа, обуславливая то, что носит название восприятия телесности, или рельефности, выпуклости предмета. Благодаря этому мы воспринимаем предмет в трех плоскостях, или трех измерениях.

Центральные части анализатора. Центральные станции для глазного анализатора расположены в среднем мозге и в мозговых полушариях, в коре затылочных долей. Удаление этих частей мозга обуславливало у собак расстройство зрения, выражавшееся в утрате условных рефлексов с глаза. Различение света от тьмы оставалось. Для этого, очевидно, достаточно станций, находящихся в низших отделах мозга.

В лаборатории И. П. Павлова у собак были образованы различные условные рефлексы: на появление фигур, их движение, на различные цвета, и т. п. Затем у собак удаляли кору затылочных долей больших полушарий мозга. В результате оставалось лишь различение света от тьмы и пустого пространства от наполненного. Ни фигуры, ни цвета не воспринимались больше глазным анализатором. Прежние условные рефлексы на эти раздражители пропали, а новые образовать оказалось невозможным. Из этих опытов очевидно, что центр зрения — центральный конец глазного анализатора — сложен. Он состоит из частей, заложенных в нижних отделах центральной нервной системы, в так называемых подкорковых узлах. Здесь происходит общий анализ. Более тонкий и точный анализ имеет место уже в коре полушарий мозга, именно в затылочных долях. Дальше мы увидим, что это — общий план устройства всех анализаторов. Кора мозговых полушарий играет роль надстройки, рассчитанной на более тонкий анализ внешнего мира.

Звуковой анализатор. Для анализа колебаний воздуха существует особый анализатор, в виде органа слуха. Этот анализатор, как и сетчатка, запятан глубоко в организме. Грубый характер воздушных волн требует целого ряда промежуточных аппаратов между внешней средой и тем тонким и нежным аппаратом, которым является периферический конец звукового анализатора. Эта часть помещена в височной кости — в особом органе, который назван за свою форму «улиткой». Здесь расположен нервный аппарат, воспринимающий колебания среды. Улитка, где помещается анализатор, наполнена жидкостью, колебания которой и раз-

дражают воспринимающие клетки. Жидкость, наполняющая улитку, находится в связи с внешним ухом при помощи целого ряда аппаратов. Таким образом колебания воздуха передаются воспринимающему аппарату. Рис. 76 показывает механизм этой передачи. Мы видим, что наружный слуховой проход оканчивается у проткнутой на его конце так называемой барабанной перепонки. К ней прикреплен ряд косточек, связанных подвижно. Их называют молоточком и наковальней. К наковальне прилежит так называемое стремя, которое закры-

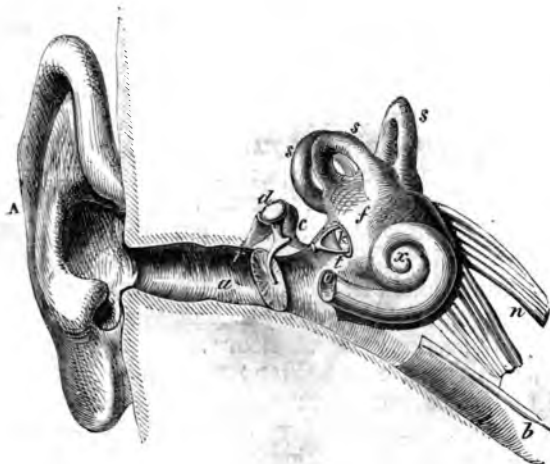


Рис. 76. Звуковой анализатор. Ухо. Вскрыта внутренняя часть. А—наружное ухо—ушная раковина, служащая для собирания звуковых волн; а — наружный слуховой проход; поперек него протянута барабанная перепонка; к ней прилежит ряд косточек: молоточек (d), наковальня и стремя (c); стремя входит в овальное окно, ведущее в улитку (k); s—полукружные каналы лабиринта (орган равновесия).

вает собой овальное окно в перепонке у входа в улитку. Нелегко понять механизм действия этого аппарата. Благодаря ему колебания барабанной перепонки передаются жидкости, наполняющей улитку и раздражающей воспринимающий аппарат анализатора. Ряд косточек и сочленений рассчитан, очевидно, на смягчение грубости и резкости колебаний воздуха. Не все колебания воздуха способны раздражать наш слуховой анализатор. Он воспринимает звуки в пределах от 33 до 40 000 колебаний в секунду. Животные различают больше звуков. Так, например, собачий анализатор звуков различает звуки в 100 000 и более колебаний в секунду. Звуковой анализатор, в отличие от

Пределы слуха
человека.

светового, может различать отдельные звуки в их сумме. Так, например, можно различать отдельные ноты аккорда, разные звуки по их окраске (тэмбру) и т. д. У собаки, по опытам лаборатории И. П. Павлова, звуковой анализатор действует изумительно точно. Так, например, ухо собаки отличает звуки, разнящиеся между собой на четверть тона.

Центры слуха. Центральные части анализатора находятся в коре большого мозга, в области височных долей. Опыты И. П. Павлова привели к тому же, что мы сказали по поводу светового анализатора: и здесь с разрушением коры полушарий в области височных долей страдали условные рефлексы,—собака отвечала лишь на шум; для этого, очевидно, достаточна целостность низших отделов мозга. Сложные



Рис. 77. Голова птицы с вскрытым местонахождением полукружных каналов.

же отношения к внешнему миру при помощи уха оказались нарушенными: собака утратила способность образовать условные рефлексы на звуки,—прежде бывшие у нее рефлексы на отдельные звуки пропали. Словом, осталась лишь общая способность отвечать на сотрясения воздуха, все же тонкие приспособления к особенностям звуков исчезли. Отсюда нельзя сделать иного вывода, как тот, что кора большого мозга в области височных долей есть центральный конец слухового анализатора для тонкого анализа звуковых явлений.

Орган равновесия: По соседству с периферическим концом звукового анализатора расположен особый орган, состоящий из трех полукружных каналов, расположенных в трех взаимно-перпендикулярных плоскостях. Его называют также лабиринтом. Рис. 77 показывает распо-

ложение описываемого органа у птицы. Каналы выполнены жидкостью, в ней плавают особые тельца, которые и раздражают нервные аппараты, разветвляющиеся в стенках каналов. Каналы эти очень напоминают уровни, применяемые рабочими для определения плоскостей при постройках и других работах. Полукружные каналы связаны с мозжечком: он и является центральным концом анализатора, периферическая часть которого представлена полукружными каналами. Повреждение одной из этих частей вызывает расстройства равновесия и невозможность движений.

Из краткого описания устройства и деятельности анализаторов ясна вся важность поддержания их в должном состоянии исправности. Нужен разумный уход за нашими анализаторами. Что касается обонятельного анализатора, то надо остерегаться повредить его резкими запахами и разрушающими веществами. Надо поддерживать чистоту носа. Полезно промывать его теплой водой. Надо не забывать важного значения носа для дыхания. У нас нет обычая промывать нос ежедневно и тем предохранять его от развития микробов, вызывающих такую трудно излечимую болезнь, как насморк. Вкусовой анализатор также требует ухода. Не надо забывать, что обоняние и вкус — двигатели пищеварительных желез. От их работы зависит нормальное пищеварение. Вкусовые аппараты страдают от чрезмерно горячей пищи, от спирта, курения. Надо остерегаться дышать ртом, чтобы не повредить холодным воздухом анализаторы полости рта.

Световой анализатор требует еще более тщательного ухода. Необходимо особенно тщательно следить за глазами во время занятий. Вреден обычай держать книгу на слишком близком расстоянии, читать лежа и с наклоненной вниз головой. Все это вызывает прилив крови к глазам, чрезмерно их утомляет и может повести к близорукости. Надо стараться читать в прямом положении, держа книгу на достаточном расстоянии. Близорукие и дальновзоркие должны читать, вооружившись соответствующими очками. Очки следует подбирать по указанию опытного специалиста. Надо обращать внимание также на достаточность освещения в комнате для занятий. Одинаково вредно как недостаточное, так и излишнее освещение. В науке об охране здоровья принято считать нормальным освещение, например, книги десятью стеариновыми свечами,¹ расположенными на расстоянии одного метра.² При пользовании разными

¹ Тех свечей, которых идет пять на фунт.

² За единицу освещения считают силу света от одной нормальной свечи, расположенной на расстоянии одного метра. Эта единица называется метросвечой. Стеариновая свеча (5 на фунт) близка к нормальной.

источниками света надо защищать глаза от яркого света экранами. Понятно, что экраны не должны быть ни слишком яркими, ни чрезмерно темными. Близорукие должны периодически показываться врачу, так как с годами близорукость меняется, и надо подбирать соответствующие очки. Полезно иметь одни очки для занятий, другие — для смотрения вдаль. Летом и зимой надо носить дымчатые или синие очки для предохранения глаз от ярких лучей солнца — летом, и отраженных от снежной поверхности — зимой. В южных странах, с их ярким солнцем, и в полярных, с их ослепительно белым покровом, предохранение глаз необходимо. В Италии предпочитают желтые очки. Пренебрежение такой защитой глаз может вызвать опасное воспаление их. При занятиях чтением и письмом полезно время от времени отводить глаза от книги и обращать взор вдаль. Глаза при этом отдыхают. То же, понятно, надо делать и при занятиях с микроскопом. Этим мы даем отдых мышцам, напрягающим зрение при рассматривании предметов, находящихся вблизи.

При малейшем расстройстве зрения надо обращаться к врачу. Нередко воспаления глаз зависят от их врожденного недостатка, который может открыть и устранить назначением соответствующих очков лишь опытный врач-специалист. Особенно беречь надо глаза от попадания в них заразных микробов. Надо беречься заражения трахомой. Она вызывает воспаление, которое может окончиться слепотой. Надо остерегаться вытираться одним полотенцем в домах, где есть больные трахомой. В случаях заболевания гонореей (триппером) надо особенно следить, чтобы не занести как-нибудь возбудителей этой болезни — гонококков — в глаза. Они охотно поселяются на слизистой оболочке наших глаз, и выжить их оттуда нелегко. Во время рождения ребенок легко может заразить себе глаза. С этой целью в настоящее время принято, сейчас же после рождения, вводить в глаза новорожденного несколько капель раствора азотнокислого серебра (ляписа). Введение этого простого средства сильно уменьшило процент слепоты в детском возрасте.

Звуковой анализатор не требует за собой особого ухода. Надо лишь стараться содержать ухо в чистоте, остерегаться входить в него спичками, шпильками и другими твердыми инструментами: при этом легко поранить барабанную перепонку, лежащую ближе к входу в ухо, чем думают. В случае попадания чего-либо постороннего или скопления так называемой «серы», надо промыть осторожно ухо теплой водой из спринцовки, направляя струю не особенно сильно и пуская ее по стенке слухового прохода. В случаях заболеваний ушей надо обращаться к специалисту, не запуская болезнь.

XIV.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА.

Центральные части анализаторов: спинной мозг, центры спинного мозга. — Спинной мозг, как проводник. — Продолговатый мозг и находящиеся в нем центры. — Мозжечок. — Полушария большого мозга. — Их роль, как высших анализаторов. — Сон и гипноз. — Автономная (симпатическая) нервная система. — Общий взгляд на деятельность нервной системы. — Физиология и психология.

После знакомства с периферическими частями анализаторов перейдем к центральным анализирующим аппаратам. Они

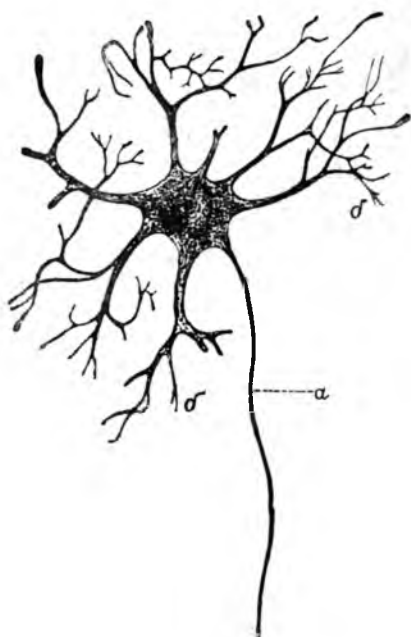


Рис. 78. Нервная клетка: а—нейрит;
б—дендриты.

заложены в отделах нервной системы, известными под общим названием «центральной нервной системы». Сюда относится спинной мозг, его продолжения — в виде продолговатого и среднего мозга — и, наконец, как надстройка, высшие отделы нервной системы — в виде мозговых полушарий и мозжечка.

Спинной мозг. Спинной мозг представляет в виде столба, помещенного в позвоночнике, в особом канале. Здесь спинной мозг окружен несколькими оболочками. Он подвешен при помощи связок к стенкам спинномозгового канала. Между веществом мозга и оболочками и между оболочками и стенками имеется некоторое количество жидкости.¹ Такое расположение спинного мозга предохраняет его от всяких

случайностей, неизбежных при разнообразных движениях нашего тела.

Разрезав спинной мозг поперечным надрезом, мы увидим, что средину его занимает так называемое «серое вещество», имеющее сходство с буквою Н. Кругом серого вещества ткань мозга имеет белый цвет и названа поэтому «белым веществом». Итак, спинной мозг состоит из белого и серого вещества. Микро-

¹ Жидкость эта сходна с лимфой.

скоп показывает нам, что нервные клетки гнездятся преимущественно в сером веществе. Белое вещество состоит из нервных волокон. Отсюда мы в праве заключить, что именно серое вещество спинного мозга играет роль нервных центров. Белое же вещество представляет из себя систему проводников, соединяющих различные периферические аппараты со спинным мозгом и отдельные его центры друг с другом. Рис. 79 представляет поперечный разрез спинного мозга. На этом рисунке вы

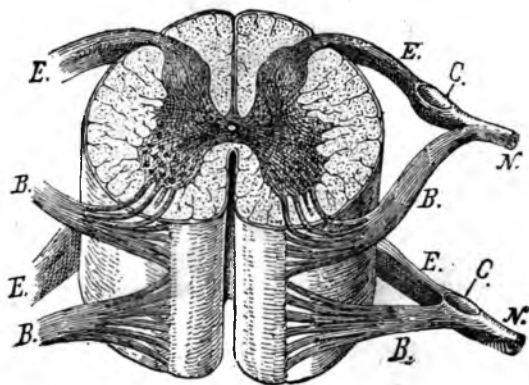


Рис. 79. Поперечный разрез части спинного мозга. На разрезе видно более темное серое вещество в виде буквы *Н*, обращенное своими отростками: вперед—передние рога, и назад—задние рога. Оба рога содержат нервные клетки, связанные с нервными ветвями. Нервные ветки заднего рога (*Е*) прерываются в утолщении (межпозвоночный узел) (*С*). От узла отходят волокна, к которым подходят нервные волокна, идущие от передних рогов (*В*). Обе системы волокон складываются в один ствол, который и дает начало нерву (*Н*). Серое вещество окружено белым, состоящим из проводящих возбуждение волокон, идущих в разные этажи спинного мозга и выше,— в продолговатый мозг, средний мозг и мозжечок.

видите серое вещество в виде буквы *Н*. Концы этой фигуры расположены: два—вперед, и два—назад. Соответственно этому они получили название *передних* и *задних рогов*. В передних рогах лежат группы клеток, управляющих движениями мышц нашего тела. В задних рогах находятся станции, принимающие сигналы с периферических частей анализаторов. В прежнее время говорили, что в задних рогах лежат чувствующие центры, а в передних—двигательные. Отростки клеток передних рогов продолжают в нервный ствол. Отростки клеток задних рогов находятся в связи с лежащим неподалеку скоплением нервных клеток в так называемом *межпозво-*

ночном узле. К этому узлу подходят волокна с периферии, приносящие сигналы с поверхности тела или с тех или иных органов. Рисунок 79 показывает, что оба вида волокон сливаются скоро вместе и образуют один ствол, который и носит название нерва. В нерве разные волокна не сливаются друг с другом, но сохраняют свою независимость, лишь лежа друг возле друга. Волокна, связанные с рогами серого вещества спинного мозга, называют спинномозговыми корешками. Специальные исследования показали, что и в белом веществе имеется известный порядок в расположении волокон. Волокна центростремительные, несущие в мозг сигналы о том, что происходит во внешнем мире, расположены в задних частях спинного мозга. Волокна обратного значения, проводящие приказы из мозга к мышцам и другим органам (так называемые центробежные волокна), находятся главным образом, в передних, и частью — в боковых частях спинномозгового ствола.

Состоя из клеток и волокон — проводников — **Спинной мозг, как центр.** спинной мозг исполняет двоякую роль: а) нервного центра и б) нервного проводника. Со спинным мозгом, как с центром, мы встретились уже в первых наших занятиях, ставя опыты на обезглавленных лягушках, вся центральная нервная система которых состояла из одного лишь спинного мозга. Помните, такие лягушки отвечали точными и согласованными движениями на раздражения кожи. После разрушения спинного мозга эти ответные движения исчезали безвозвратно. Отсюда мы можем сделать первый вывод, что спинной мозг есть центр ответных мышечных движений на раздражения кожи. Дальнейший анализ явления показал нам, что центры эти множественны. В каждом отделе спинного мозга заложены свои центры для определенной области тела. Таким образом нервные центры спинного мозга расположены по этажам, управляя делами соответствующей области тела.

Между отдельными этажами и заложенными в них центрами имеется связь. В этом убеждает нас опыт с лягушкой, отравленной стрихнином. У такой лягушки можно вызвать сокращение всех мышц тела ничтожным по силе раздражением любого участка кожи.

Кроме этих центров, в спинном мозгу находятся группы нервных клеток, управляющие мышцами, запирающими отверстие заднего прохода и мочеиспускательного канала. Выведение мочи и кала, таким образом, зависит от спинного мозга. Здесь же помещаются центры, влияющие на ширину просвета кровеносных сосудов. Наконец, в спинном мозгу мы найдем центры, влияющие на потовые железы. В верхних отделах (шейная часть) спинного мозга имеется группа клеток, упра-

влияющая мышцами, расширяющими зрачок глаза.¹ Таким образом спинной мозг по преимуществу заведует мышечными движениями.

Спинной мозг, как проводник. Роль спинного мозга, как проводника, проста и сводится к проведению возбуждений с кожи и разных органов к тому или иному отделу в спинном же мозгу или в выше лежащие центры.

Продолговатый мозг. Между спинным мозгом и средним находится так называемый продолговатый мозг. Он невелик, имея у человека всего в длину около 26 миллиметров. На этом небольшом пространстве находятся группы нервных клеток, имеющие отношение к важнейшим отправлениям нашего организма. Со многими из этих центров мы уже встречались. Поэтому, не входя в их описание, просто перечислим важнейшие из них.

Прежде всего, здесь заложены центры, управляющие всеми скелетными мускулами тела. Если раздражение центров спинного мозга дает в обычных условиях сокращение групп скелетных мышц лишь одной определенной области тела, то при раздражении двигательных центров продолговатого мозга получают судороги всех скелетных мышц. Здесь же заложены центры, управляющие мышцами кровеносных сосудов всего организма. Вспомним, что в продолговатом мозгу заложен центр, влияющий на дыхательные мышцы, и, наконец, на частоту сердечных сокращений. В занятиях по пищеварению мы видели, кроме того, что продолговатый мозг содержит группы нервных клеток, влияющие на движения пищеварительного канала (рвота, глотание) и на деятельность пищеварительных желез. Вспомним влияние отходящего от продолговатого мозга блуждающего нерва на отделение слюны, желудочного сока и сока поджелудочной железы. Таким образом столь важные отправления нашего организма, как дыхание, кровообращение, деятельность сердца, и—прибавим сюда—регуляция тепла,²—находятся в зависимости от деятельности продолговатого мозга. Не даром его прозвали «жизненным узлом».

Средний мозг. Продолговатый мозг соединяется с так называемым средним мозгом. Эта часть мозга сравнительно мало изучена. Установлено лишь, что здесь находятся проме-

¹ Этот центр действует рефлекторно — под влиянием силы света.

² Влияя на сокращение сосудов, на мышечные движения и на потовые железы, тем самым продолговатый мозг может повлиять и на обмен тепловой энергии в организме. В самом деле, сокращения мышц, как известно, дают много тепла; вот, между прочим, почему на холоде мы дрожим, а желая согреться на морозе, мы делаем разные движения. Таким путем продолговатый мозг может повысить выработку тепла в виде превращения в тепло части механической энергии при сокращении мышц. С. Я.

жуточные станции нервов, идущих с периферии от различных анализаторов. Вот почему, как мы указывали, говоря о центральных частях анализаторов, животные, лишенные мозговых полушарий, сохраняют простейшие формы рефлексов с различных анализаторов, как, например, глаз, ухо, кожа и т. п. Очевидно, средний мозг или, как его иначе называют, подкорковые нервные узлы, выполняют роль простейших частей центрального анализирующего аппарата. В качестве придатка к центральной нервной системе имеется так называемый малый или задний мозг. Его называют еще мозжечком. Эта часть нервной системы имеет отношение к мышечным сокращениям. Благодаря мозжечку наши мышечные движения отличаются согласованностью и правильностью. Эта часть мозга, кроме того, поддерживает мышцы в состоянии необходимой эластичности и напряжения.

**Мозговые
полушария.**

Кроме рассмотренных нами до сих пор отделов центральной нервной системы, у высших животных имеется надстройка в виде более или менее сильно развитых мозговых полушарий. Для чего служат эти громадные по объему образования? Ведь, в сущности, рассмотренные нами до сих пор отделы нервной системы, казалось бы, уже захватили в свое ведение все главнейшие отправления организма. Что же остается мозговым полушариям? Для этих частей организма остается, очевидно, произвести тот высший и тончайший анализ явлений окружающего нас мира, при помощи которого мы только и можем приспособляться точнейшим образом к окружающей среде. Мы уже видели и в нашем введении, и еще больше в главе о периферических частях анализаторов, что точнейший и высший анализ происходит именно в мозговых полушариях. Помните, говоря о глазе, ухе и коже, как анализаторах, мы отмечали, что только целостность соответствующих отделов головного мозга—в виде коры мозговых полушарий—обеспечивает образование сложнейших рефлексов с периферических анализаторов. В отсутствии мозговой коры, при ее заболеваниях или разрушениях, низшие отделы мозга (средний мозг, продолговатый и спинной) могут обеспечить организму лишь сравнительно простые отношения к внеш-

ней стороны, изменяя приток крови (сжатие сосудов) к коже, центры продолговатого мозга спасают организм от потерь тепла кожей или, наоборот, могут способствовать отдаче излишка тепла путем прилива крови к поверхности кожи (расширение просвета кожных сосудов), пуская в то же время в ход испарительные, охлаждающие кожу приборы—в виде потовых желез.

Есть указания, кроме того, что продолговатый мозг играет роль в обмене веществ в организме, влияя на ход химических явлений, связанных с химией углеводов. Это мнение подкрепляется опытами разрушений (уколов) продолговатого мозга, после чего нарушается обмен углеводов в организме, моче появляется сахар.

нему миру. Вся та удивительная сложность отношений, совершенно точное приспособление к внешнему миру—обусловлены

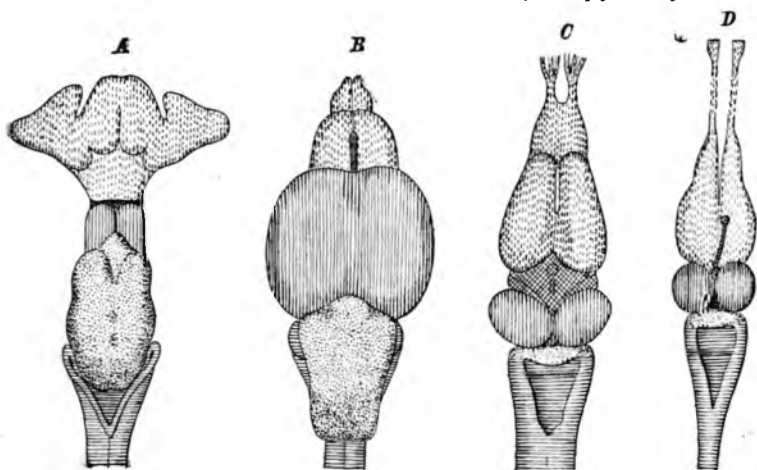


Рис. 80. Головной мозг (вид сверху): А — акулы; В — костистой рыбы (лососи); С — земноводного (лягушки); D — пресмыкающегося.

деятельностью мозговых полушарий. Без этих отделов мозга животное превращается в автомата, у которого, как у машины,

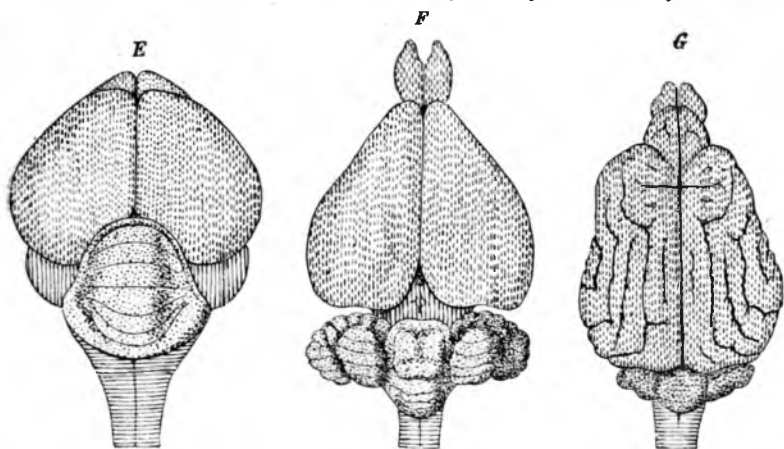


Рис. 81. Головной мозг (вид сверху): Е — птицы (голубя); F — млекопитающих (кролика); G — собаки. (Из Гессе.)

действуют отдельные органы, но нет тонких приспособлений к постоянно изменяющимся условиям внешнего мира.

Соответственно этому, рассматривая строение нервной системы у разных животных, мы видим, что мозговые полушария,

так называемый большой мозг, имеет различную степень развития в зависимости от вида животного и сложности его отношений к внешнему миру. Рисунки 80 и 81 показывают нам внешний вид, если рассматривать сверху, верхних отделов центральной нервной системы у разных животных. Присмотритесь к этим рисункам внимательно, и вы увидите, что, при одинаковом почти

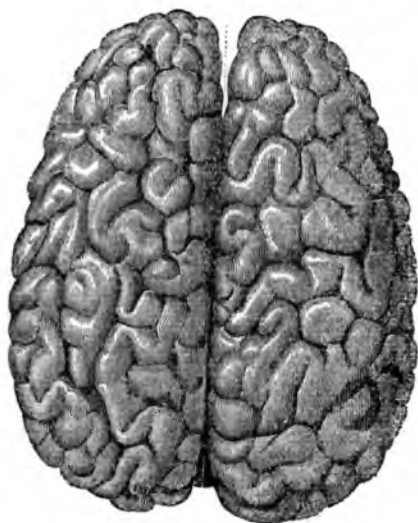


Рис. 82. Мозговые полушария человека, — вид сверху. Видны борозды и извилины.

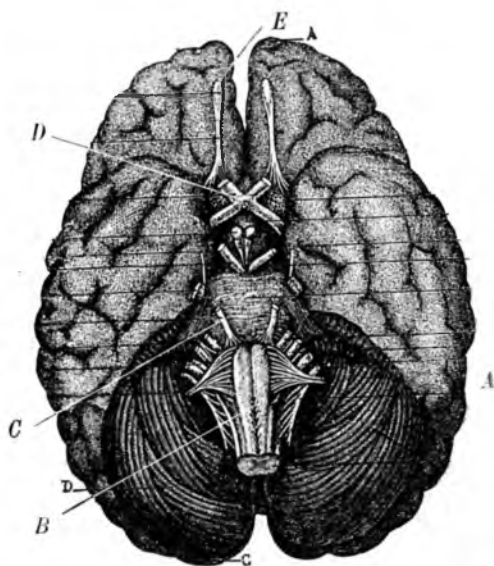


Рис. 83. Мозговые полушария человека, — вид снизу. Виден мозжечок (А). Продолговатый мозг с отходящими от него нервами (В). Средний мозг (Варолиев мост—С). Дальше впереди—перекрещивающиеся зрительные нервы (D) и впереди—два тонких тяжа обонятельные доли (Е).

развитии среднего и спинного мозга, у разных животных наблюдается резкая разница в развитии именно головного мозга в виде мозговых полушарий.

Вы видите, что, в то время как у низших рыб, лягушки и пресмыкающихся мозговые полушария развиты сравнительно слабо и не преобладают над другими отделами центральной нервной системы, — у выше стоящих животных, как, например, птицы, головной мозг достигает уже значительного развития. Наиболее развит головной мозг у млекопитающих. Кролик и особенно собака дают нам картину сильно развитого головного мозга. Еще сильнее развит головной мозг у обезьян и человека.

Здесь развитие головного мозга идет так далеко, что он, не помещаясь в отведенном ему вместилище, вынужден изгибаться и давать многочисленные извилины, едва заметные у кролика и несколько больше — у собаки. Рисунки 82, 83 и 84 дают представление о внешнем виде головного мозга человека при рассмотрении его сверху, сбоку и снизу. Мы видим громадное

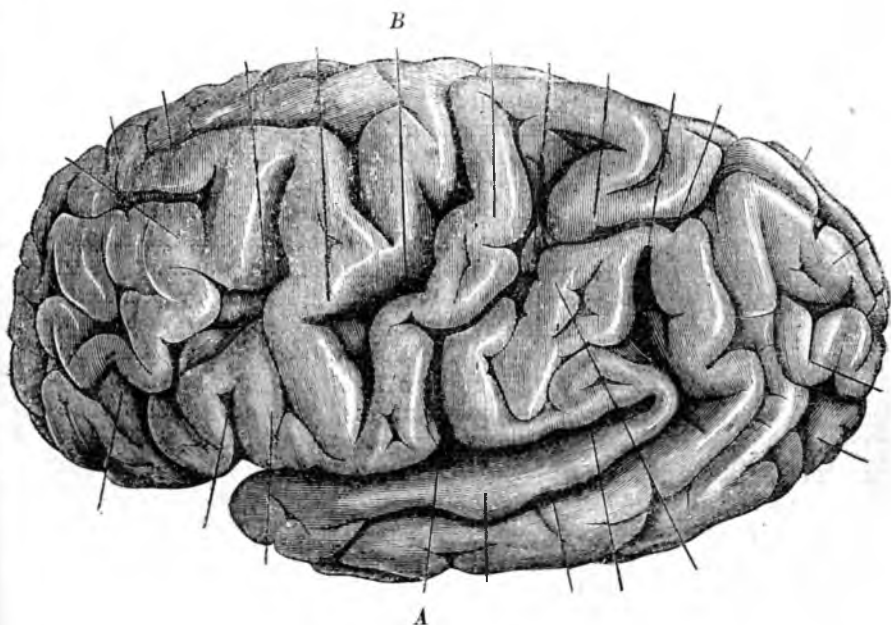


Рис. 84. Вид левого полушария мозга сбоку. Видны: Сильвиева борозда (А), с расположенным по ее берегам центром речи; Роландова борозда (В), по берегам которой находятся центры движений и кожный анализатор.

количество извилин, покрывающих собою всю поверхность коры головного мозга.

Роль головного мозга всегда интересовала ученых. Всем казалось соблазнительным проникнуть в тайну деятельности того органа, который является сам творцом науки и культуры. С этой целью производили у животных удаление мозговых полушарий и наблюдали затем за изменениями в их отношениях к внешнему миру. Другие ученые, обнажив головной мозг, пробовали раздражать отдельные его места с целью посмотреть, дуги каких рефлексов проходят через данный участок мозга. Опыты с удале-

нием головного мозга у разных животных ¹ дали, приблизительно, один и тот же результат. Животные без головного мозга превращаются в автоматов. Большую часть времени, особенно если их не раздражать, они проводят погруженные в сон или, вернее, в состояние оцепенения. По временам — в силу, очевидно, внутренних раздражений — они просыпаются, начинают делать движения, как бы ища пищу, но, найдя ее, не могут схватить и отправить в рот. Такие животные могут умереть от голода и жажды, окруженные пищей и питьем. Двигаясь, они не натыкаются на предметы, но утрачивают способность распознавать их по характерным признакам. Так, например, голубь, лишившись мозговых полушарий, может двигаться, ходить и даже летать, при этом он может сесть на спину кошки так же спокойно, как на любой другой предмет. Очевидно, его анализаторы не могут дать ему точных указаний на отличие кошки от других предметов. Анализ внешнего мира у п р о с т и л с я. Те же явления наблюдались и у собак. Примерно то же мы видим у слабоумных и идиотов. Они тоже могут исполнять все простые отправления организма, но не могут приспособиться к внешнему миру при помощи высших анализаторов нервной системы. С этими опытами сопоставьте те данные о разрушении отдельных частей головного мозга, которые мы вам сообщили по поводу деятельности отдельных анализаторов. Там вы видели, что разрушение отдельных областей мозговой коры вызывало утрату тонкости анализа при помощи данного анализатора. Помните, как собака с разрушенными верхними отделами (темянными) мозговой коры потеряла способность руководствоваться анализом кожных раздражений и оказывалась беспомощной при первом же затруднении. То же самое мы видели и при порче мозговой коры в других областях. Получалась порча и соответствующего анализатора не целиком, а именно в его высшей форме деятельности. Собака становилась, если можно так выразиться, идиоткой в пределах одного какого-нибудь анализатора. Отсюда — естественный вывод, что к о р а б о л ь ш о г о м о з г а е с т ь о р г а н в ы с ш е г о а н а л и з а я в л е н и й в н е ш н е г о м и р а. Только наличие мозговой коры и ее достаточное развитие дают возможность организму приспособляться к внешнему миру, образуя сложные связи между тем или иным явлением внешнего мира и деятельностью отдельных органов и всего организма. Такое, например, простое, всем известное приспособление у животного, как прибегание собаки на кличку, отыскивание пищи по ее призна-

¹ Такие опыты на птицах делались во Франции еще в 1828 г. Флурансом. На собаках эти опыты делал в Германии Гольтц; в России, в последнее время, — Г. П. Зеленый и Д. С. Фурсиков в лаборатории И. П. Павлова.

кам, удаление от врагов, — неосуществимо в отсутствии или при недоразвитости мозговых полушарий. Вспоминая сказанное нами о рефлексах, где было отмечено, что на ряду с вро-

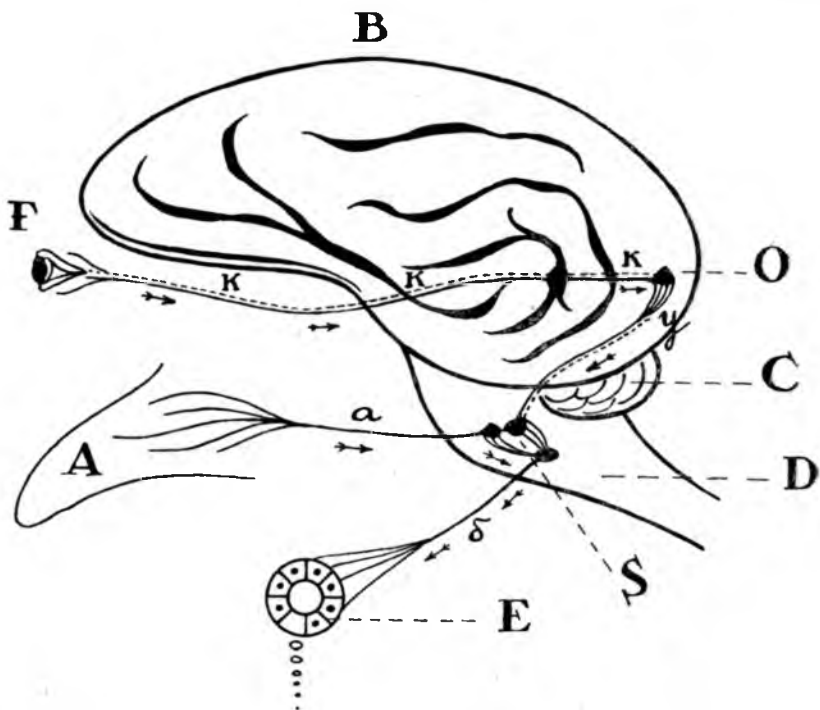


Рис. 85. Схематическое изображение путей (рефлекторных дуг) условных рефлексов на слюнную железу. Схема сильно упрощена. А—язык; В—полушарие большого мозга; С—малый мозг, или мозжечок; Д—продолговатый мозг; черные пятна—центры продолговатого мозга. На рисунке дано всего три центра: центр окончаний нервов языка; центр, управляющий слюнной железой, и промежуточный центр, играющий посредническую роль между разными центрами. Е—слюнная железа; F—глаз. Стрелки показывают пути (упрощенные), по которым раздражение идет в кору мозгового полушария и оттуда находит себе путь к центру слюнной железы в продолговатом мозгу, если этот центр в это время возбужден раздражением полости рта и поверхности языка, т.е. имеется совпадение во времени с безусловным рефлексом на слюнную железу.

жденными рефlekсами существуют рефlekсы, приобретаемые при жизни, мы можем выразить иначе роль мозговых полушарий, сказав, что мозговые полушария являются органом приобретаемых при жизни, так называемых «условных» рефlekсов. Дей-

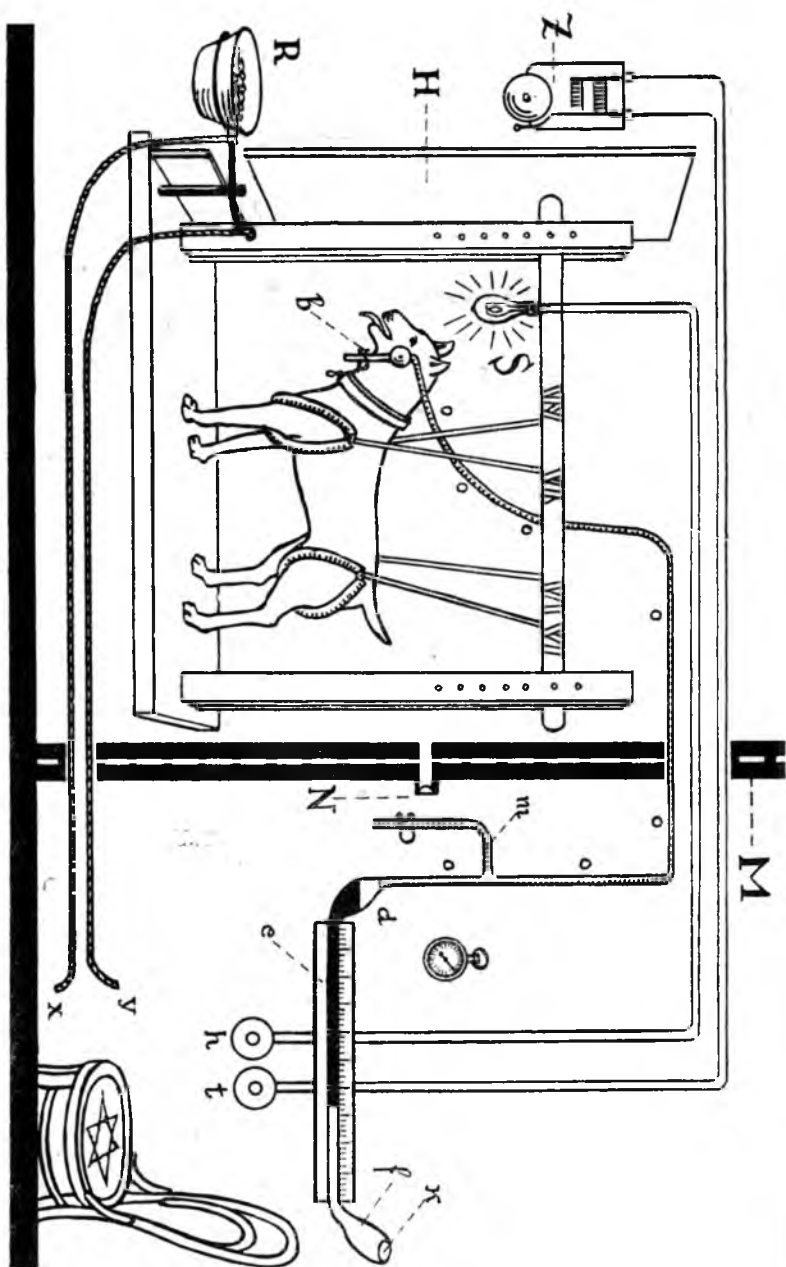


Рис. 86. Схематическое изображение постановки опытов по условным рефлексам на собаке. Способ разработан в лаборатории академика И. П. Павлова (Ленинград). Рисунок показывает, что наблюдатель отделен от собаки стеной (M) и наблюдает за ней, сквозь небольшое окошко в стене (N). Все раздражения, наносимые животному, а также и корм его, производятся при помощи особых приборов, не входя в комнату, где находится животное. Отделение слюны также переадресуется в комнату, где находится наблюдатель, таким образом, что от простого слюнного железа собаки идут трубки, соединенные с небольшим манометром, (d, e, f, h). Отделившаяся слюна падает на жидкость в манометре, и наблюдатель по перепадениям жидкости в манометре может судить о количестве выделившейся слюны. Обозначения: Z — звонок; N — экран перед собакой; на него отбрасывают тени разных предметов и фигур; во время специальных опытов; H — кормушка; d — манометр для отметки отделения слюны; 0 0 0 — трубки, соединяющие манометр со слюнным протоком окошечной железы; h, f — кнопки для приведения в действие сигналов; звонок, лампа и т. п.; M, X — провода для управления кормушкой.

ствительно, у животных после удаления мозговых полушарий пропадают приобретенные ими ранее условные рефлексы, и новые

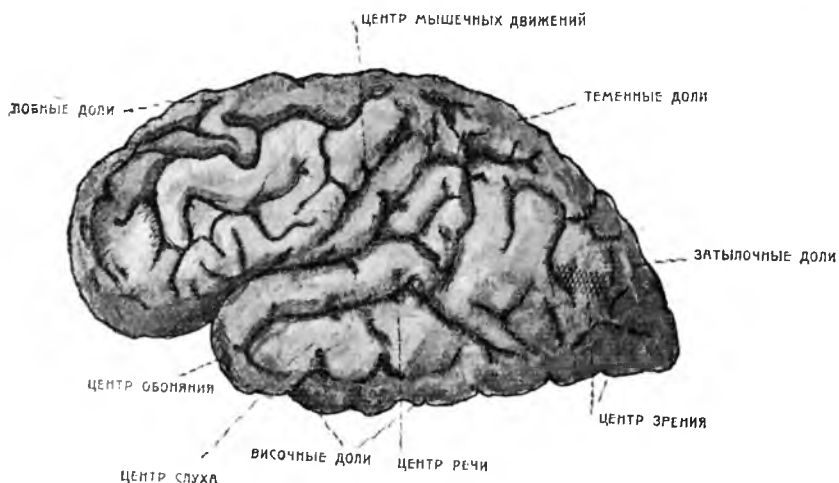


Рис. 87. Левое мозговое полушарие большого мозга человека. Обозначено расположение центральных частей главнейших анализаторов.

больше не образуются. Дрессированное животное, которое поражало нас своими точными и сложными рефлексами, после



Рис. 88. Схематическое расположение в коре большого мозга главнейших анализаторов (центральные части анализирующего аппарата).

удаления мозга превращается в жалкого автомата. Кому не случилось наблюдать тяжелых сцен, когда высокоталантливый, умный человек,—обладавший, следовательно, массой сложнейших рефлексов,—превращается под влиянием заболевания мозга

в жалкого идиота, не узнающего явлений в окружающем его мире и занятого только простыми,—животными, как говорят,—отправлениями своего тела!

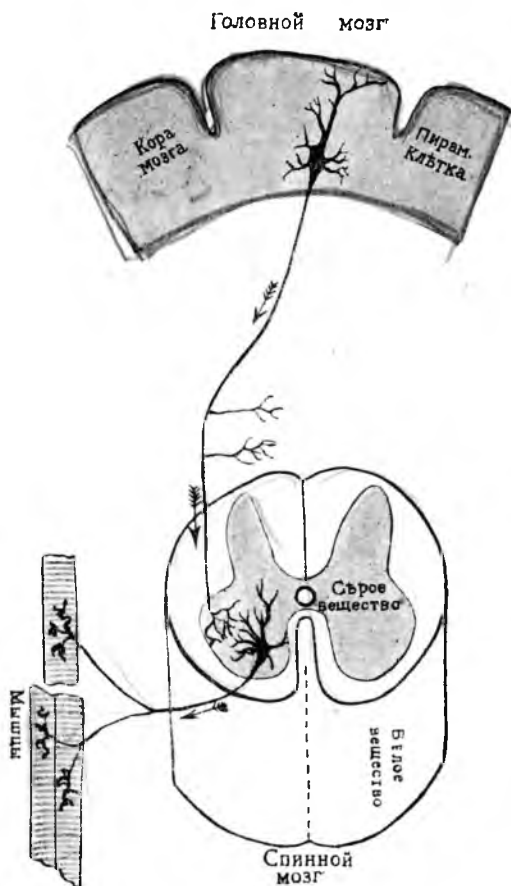


Рис. 89. Схематическое упрощенное изображение нервных путей между корой головного мозга и мышцами, —связь между клетками мозговой коры и мышцами; следует обратить внимание на значение спинного мозга (его передних рогов).

Изучение отдельных участков мозговой коры привело к понятию о так называемой локализации в коре мозга. Это значит, что отдельные части мозговой коры имеют отношение к определен-

ным периферическим анализаторам. Рисунки 87 — 89 и показывают наглядно, с каким анализатором связана та или иная часть коры мозга. Мы видим, что только незначительная сравнительно часть мозговой коры играет роль центральных частей того или иного анализатора внешнего мира. Чем же заняты остальные участки коры? Сейчас считают их за посредников между отдельными анализаторами: этим участкам коры приписывают участие в связях между отдельными анализаторами. Именно этим частям мозговой коры, находящимся между анализаторами, отводится еще более сложная роль — комбинировать деятельность отдельных анализаторов и тем еще более совершенствовать работу нервной системы, объединяя таким образом все анализаторы в одно общее целое.

Сон и гипноз. В деятельности нервной системы оставалось до последнего времени неясным такое обыденное явление, как сон. Было предложено немало всевозможных объяснений, но все они явно были искусственны и не объясняли многих сторон явлений сна.¹

Недавно в лаборатории И. П. Павлова внесена была значительная ясность в вопрос о механизме происхождения сна. Выработывая различные условные рефлексы у собак, заметили, что при известных условиях у живой, веселой собаки можно вызвать сон искусственно в короткое сравнительно время. Ближайшее изучение этого явления показало, что действие повторяющихся слабых раздражений кожи (теплом или механически) вызывало у собак сон. Так же и еще резче действует и механическая задержка движений. Отсюда пришли к выводу, что сон есть торможение всей мозговой коры. Действительно, в опытах, когда вызывали в мозговой коре где-нибудь очаг торможения,² при условиях

¹ Как на примеры, укажем на объяснение появления сна изменением кровообращения в мозгу, разобщением нейронов друг от друга, накоплением особых ядовитых веществ, образующихся будто бы во время бодрствования.

² Рядом с возбуждением нервных клеток всегда имеют место и явления торможения. Когда одни центры возбуждены, другие могут находиться в состоянии торможения. Как можно образовать искусственно ряд рефлексов (условные рефлексы), так же точно можно получить искусственные, выработанные тормоза. Примеры всем известны. Все наше воспитание сводится к выработке условных рефлексов, когда мы учим отвечать на те или иные явления именно данным, выгодным образом. С другой стороны, каждый воспитатель и дрессировщик вырабатывает и способность тормозить определенные реакции — ненужные или невыгодные. Сдержанный человек, владеющий собой, или хорошо выдрессированное животное — дают пример такого условного торможения. Собак приучают не брать вкусной пищи со стола. У нее при этом должно выработаться условное торможение хватательных движений.

распространения его на всю мозговую кору—наступал сон. Действительно, все долго длящиеся раздражения одного определенного анализатора вызывают сонливое состояние. Кто не знает усыпляющего действия монотонной речи или влияние мигающего, блестящего предмета? Все эти раздражители утомляют тот или иной анализатор и, следовательно, центральную его часть, т.-е. определенный участок в мозговой коре, вызывая в нем явления торможения. Отсюда торможение разливается по всей коре и приводит полушария в общее торможение, что выражается в виде сна. Так же точно объяснимо и особое состояние сна, известное под названием гипноза. Здесь, как известно, всегда пользуются утомлением какого-нибудь анализатора, действуя или на слух (приказания спать), или на глаз — блестящим предметом. У животных нетрудно вызвать гипноз моментальным приведением животного в состояние неподвижности. Таким же образом в лаборатории И. П. Павлова вызывали сон и у собак. Стоит живую собаку с быстрыми и энергичными движениями привязать и помешать ей двигаться, как она постепенно заснет.

От сна надо отличать явления зимней спячки, в которую впадают с наступлением сезона многие животные. Это — явления другого порядка. Тут мы имеем дело с периодичностью явлений в организме. Здесь могут быть периодические изменения в самом химизме организма, в деятельности органов внутренней секреции.

Другого порядка также и явления, известные под именем анабиоза, или понижения жизненных отправлений. В такое состояние впадают животные при понижении температуры.¹ Индийские факиры достигают такого совершенства в понижении своих жизненных отправлений, как, например, дыхание, сердцебиения, что их можно безнаказанно закапывать на несколько дней в землю, и они сохраняют при этом жизнеспособность и оправляются после прекращения опыта. В данном случае имеет место не сон, как таковой, а понижение до минимума всех отправлений организма.

Обобщая все сказанное, мы видим, что мозговые полушария являются органом высших форм нервной деятельности. Успех физиологии за последнее время состоит в том, что она подошла вплотную с своими способами исследования к этому органу, долгое время представлявшемуся недоступным для физиолога и бывшим исключительной почти монополией психологов.

¹ Советуем прочесть изложение опытов по анабиозу нашего соотечественника, проф. Бахметьева, или в журнале «Искра», или в интересной книге проф. П. Ю. Шмидта «Анабиоз». Мы не можем входить здесь в подробности этого интересного и, может-быть в будущем, практически важного вопроса.

«Симпатическая» (автономная) нервная система.

Вне позвоночного канала, на всем его протяжении, по обе стороны позвоночного столба, внутри грудной и брюшной полости, мы замечаем два тяжа, состоящих из нервных узлов, соединенных друг с другом нервными ветвями. Узлы эти связаны нервными веточками с спинным мозгом. От узлов отходят нервные ветви, направляющиеся к органам, лежащим в грудной и брюшной полостях. Подойдя к данному органу, нервные ветви описываемой системы, переплетаясь с подходящими сюда же ветвями нервов, идущих прямо из спинного мозга, образуют петли и целые сплетения, от которых уже отходят нервные ветви к органам. Таких нервных сплетений много возле сердца, почек и других важных для жизни органов. Описанная нервная система, обладая значительной автономией, очевидно, служит для разгрузки спинного и головного мозга. Это — как бы «власть на местах», действующая в известных пределах самостоятельно и независимо от центров. Многие явления приспособления органов к различным условиям и те или иные соответствующие видоизменения в их деятельности совершаются благодаря деятельности «автономной» нервной системы. Система эта, однако, не вполне автономна.¹ От каждого узла ее отходят соединительные веточки, связывающие ее с спинным мозгом и другими отделами центральной нервной системы.

Общий взгляд на нервную систему и ее деятельность. На основании изложенного мы приходим к следующему взгляду на деятельность нервной системы. Низшие отделы центральной нервной системы, как спинной, продолговатый и средний мозг и автономная нервная система, представляют из себя группы нервных клеток, специально управляющие различными органами на основании сигналов, приносимых с поверхности тела, из тканей и самих органов. От рождения установлены связи между определенными областями и соответствующими частями указанных отделов нервной системы. Благодаря этому ответные явления (рефлексы) совершаются с машинообразной правильностью, точно соответствуя раздражителю и месту его действия. Над этим имеется надстройка в виде мозговых полушарий, которые обуславливают: а) высший анализ и б) сочетания возбуждения данного центра со всеми прочими центрами. Эта картина напоминает, если искать чисто внешнего сходства (аналогий), то, что происходит на центральной телефонной станции, где абонент может быть связан временно с любым из многих тысяч других абонентов.

¹ Она известна также под именем «симпатической» нервной системы. В последнее время ее часто называют «вегетативной» т.-е. «растительной», нервной системой: этим желают подчеркнуть ее влияние на органы «растительной» жизни, т.-е. на органы, поддерживающие жизнь организма.

С деятельностью мозговой коры и связаны особенности поведения в виде ряда сложнейших ответных явлений, приобретаемых при жизни. Эти-то условные рефлексы и являются основной, простейшей формой сложной нервной деятельности, связанной с работой полушарий большого мозга.

Обычно этого рода деятельность расценивают и изучают, как «психическую», или — в переводе — «душевную» деятельность; у животных ее часто называют инстинктивной деятельностью. В настоящее время наметился резкий поворот в сторону обособления физиологии от психологических обозначений и понятий, заимствованных из психологии. Физиологи стараются остаться в присущей им сфере, доступной простому и объективному опыту. Отсюда — положение, что и самые высшие формы нервной деятельности, которые обычно смешивали с сознательными явлениями, можно разлагать на рефлексы, изучая их вполне объективно и строго научно. Таким образом условный рефлекс является простейшей формой сложных нервных явлений. Изучая эти рефлексы ближе, мы подходим к пониманию механизма и законов работы нашего мозга и можем надеяться построить, наконец, настоящую его физиологию.

Поскольку все наши действия, все наше поведение зависит от состояния и деятельности мозга, несомненно, что его точное изучение даст нам ключ к пониманию и тех высших и сложнейших форм нервной деятельности, которые субъективно окрашиваются в различные «душевные» переживания и до сих пор многими авторами выделяются в особую группу так называемых «психических», или душевных явлений, противопоставляя их рефлекторным явлениям. В современной биологии все больше и больше сторонников завоевывает тот взгляд, что мы имеем право рассматривать все проявления мозговой деятельности, как бы они ни были сложны, как ответы организма на внешний мир, понимаемый в широком смысле, — как все, что находится вне мозговой клетки. Пусть эти ответы будут бесконечно сложнее, чем даже те условные рефлексы, которыми мы овладели за последнее время. Важно, что современный биолог не проводит качественной разницы между простым рефлексом, который он наблюдает на обезглавленной лягушке, условным рефлексом, когда, например, собака прибегает на кличку, и сложнейшими проявлениями человеческого гения. Все одинаково должно изучаться без примеси мистики и понятий из субъективного мира. Конечно, было бы дерзостью думать, что высшие формы деятельности человеческого мозга можно сейчас же свести к простым рефлексам. Вероятно, придется ввести еще не одно более сложное понятие. Суть не в этом! Вся важность современного направления объективной физиологии — в том, что она отказывается от деления явлений, связанных

с деятельностью мозга, на рефлекторные (бессознательные) и на психические, где участвует воля, сознание и другие психические понятия. Мы склонны сейчас рассматривать все явления деятельности мозга с одной объективной точки зрения, — искать раздражителей, вызвавших то или иное ответное явление и попытаться связать его с деятельностью определенных участков мозга, вскрыв законы и, если возможно, то и физико-химические явления, имеющие здесь место. Для нас, с этой точки зрения, воля, сознание, внимание, сама мысль — облакаются в естественнонаучные формы, представляясь в виде объективно-наблюдаемых явлений, особых форм деятельности мозга. Такое направление физиологии предвидел наш физиолог Сеченов, почти полвека тому назад высказавший революционное по тому времени положение, что «мысль есть в сущности тот же рефлекс, только не осуществленный в виде какого-либо действия». Сейчас для нас мысль, как и вся мозговая деятельность, есть, в сущности, ответ на раздражение, которое или исходит из внешнего мира, или источник его лежит во внутренних химических раздражениях мозговой клетки различными веществами, вероятно — продуктами внутренней секреции.

XV.

РАБОЧИЙ АППАРАТ И ЕГО ФИЗИОЛОГИЯ.

Физиология труда.—Рабочие органы.—Кости.—Суставы.—Мышцы.—Ритм работы.—Влияние нагрузки.—Навык и тренировка.—Питание и работа.—Утомление и его признаки.—Борьба с утомлением.— Умственный труд.

В заключение нам остается коснуться физиологии труда. Нет надобности доказывать важность этой части нашей науки. Без знания законов, которым подчиняются явления в организме, связанные с трудом, нельзя ни поставить правильно организацию самого труда, ни охранить организм трудящихся от преждевременного изнашивания его во время работы.

Принято делить труд на умственный и физический. Такое деление не вполне точно. Нет такого физического труда, при котором не работала бы и нервная система. Для удобства, однако, мы примем такое подразделение, понимая его лишь в самом общем смысле.

Органами физического труда является мышечная система, приводящая в движение ряд сочлененных друг с другом костей нашего скелета. В механическом смысле мышцы играют роль ремней, приводящих в действие отдельные части машин.

Физиология
труда.

Рабочие
органы.

Кости. Кости являются теми рычагами, которые мы пускаем в ход во время работы. Ткань, из которой построены наши кости, принадлежит к числу самых прочных и по некоторым своим свойствам приближается к стали, а по

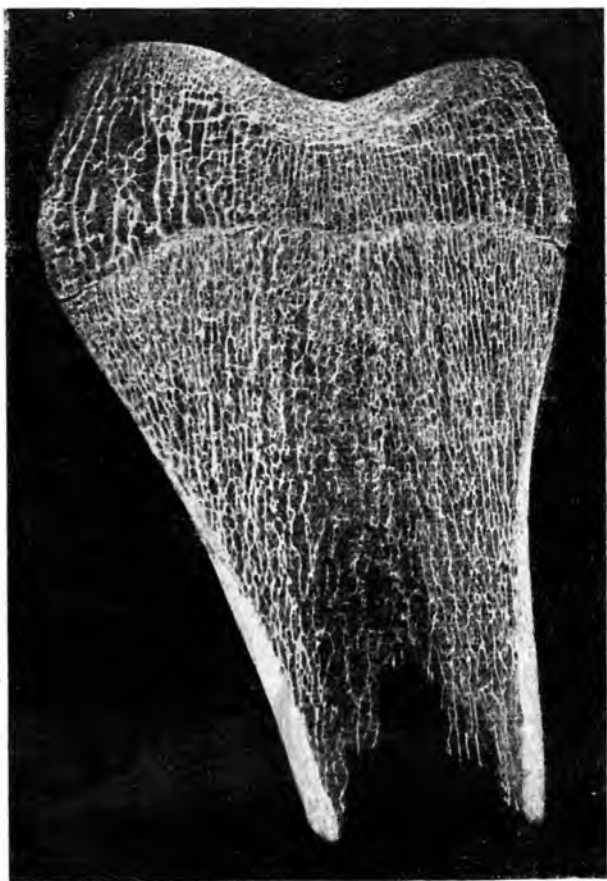


Рис. 90. Строение одной из длинных костей.

другим — к дереву. Длинные кости нашего скелета — как, например, конечности — построены таким образом, что минимум их веса соединен с наибольшей прочностью. На рис. 90 представлен распил одной из длинных костей, сделанный вдоль кости. Вы видите, что кость не сплошная. В ней есть прослойки и пустоты. Присмотревшись ближе, обнаруживаем, что расположение этих прослоек напоминает нам то, которое

придают обычно архитектора различным аркам и устоям мостов с целью, уменьшая вес, сделать их возможно прочнее. Рис. 91 изображает схематически расположение костных перегородок, видных менее ясно на рис. 90.

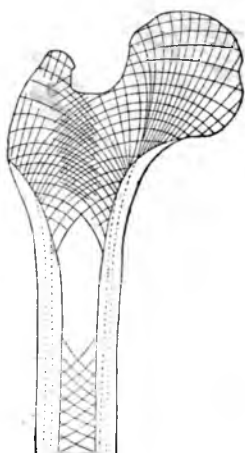


Рис. 91. Схема рисунка 90-го: устройство внутренних частей длинных костей.



Рис. 92. Коленный сустав в разрезе. Ясно видно сочленение трех костей между собой: бедренной и двух костей голени. Сустав здесь шарообразный, чем и обуславливается характер движений в коленном суставе. Рисунок показывает, что кости сустава выложены хрящом (белая полоска вокруг костей сустава). Темная щель между суставными поверхностями наполнена жидкостью, сходной с лимфой. Увеличение этой жидкости при ревматических заболеваниях вызывает опухоль сустава и ограничение его подвижности. Внутренность сустава богата нервами.

Суставы.

Многие кости нашего скелета имеют подвижные соединения друг с другом. Эти соединения называются суставами. В месте соединения костей друг с другом между ними имеется прослойка из эластической ткани, называемой хрящом. Хрящ как бы надет на конец кости. Обычно место сочленения двух костей одето сумкой, внутри которой находится некоторое количество жидкости, играющей роль смазочного масла в наших машинах. Благодаря такому устройству суставов возможна та плавность, которой отличаются движения наших костей. Какое значение

имеет хорошее состояние сустава, известно из случаев заболеваний ревматизмом. Эта болезнь поражает как-раз суставы. Они распухают, переполняются жидкостью, хрящи сустава утрачивают гладкость своей поверхности. Все знают, что движения в таких суставах или ограничиваются, или становятся вовсе невозможными.

Мышцы. Мышечная ткань состоит из известных уже нам мышечных клеток, которые, складываясь вместе, образуют мышечные волокна. Сумма мышечных волокон дает то, что называют мышцей. От большого или меньшего количества в мышце мышечных пучков зависит объем и сила

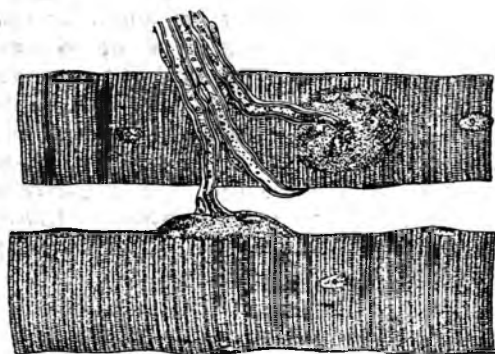


Рис. 93. Мышечные волокна с подходящими к ним нервными ветвями. Виден способ окончания в мышцах нервов, в виде так называемых концевых двигательных пластинок. Действительно, нервное волокно, подойдя к мышечному волоконцу, образует здесь род пластинки.

мышцы. Мышцы окутаны оболочкой, которая носит название фасции. На конце мышцы постепенно переходят в тяжи, построенные из соединительной ткани. Этими тяжами, напоминающими канаты, мышца и прикрепляется к тому или иному месту кости. Эти тяжи носят название «сухожилий».

Всякая физическая работа может быть разложена на сокращения в известной последовательности различных одиночных мышц и групп мышц. Это имеет очень важное значение при решении вопроса, какие движения необходимы при данной работе и без каких можно обойтись. Ясно, что при правильно организованной работе работающий должен производить лишь те движения, которые совершенно необходимы для данной работы, и избегать лишних сокращений мышц. Опыт в работе сводится обычно к тому, что мало-по-малу рабочий приучается производить лишь необходимые движения. Современная поста-

новка научной организации труда тщательно изучает — при помощи особых приборов и аппаратов, записывающих движения во время работы, — все нужные движения и все лишние.

Сокращение мышц. Главное свойство мышцы, как рабочего органа, заключается в ее способности укорачиваться. Говорят: мышца способна сокращаться. Явления, происходящие в мышце во время сокращения, очень сложны и во многом еще не ясны. Одно несомненно, что свою энергию мышца почерпает главным образом из углеводов, приносимых к ней с кровью. Часть этих углеводов в виде гликогена (животный крахмал) содержится всегда в мышце про запас. Из этого выводят очень важное правило: снабжать по возможности мышцу углеводами, когда ей предъявляют требования на работу. Опыты в английской армии, поставленные еще до мировой войны, показали, что дача солдатам на походе сахара значительно повышает их выносливость и устраняет мышечное утомление. В работающей мышце происходят сложные химические явления. Это ясно уже из того, что в работающей мышце происходит накопление кислоты (молочной). Такое накопление кислоты и других продуктов обмена веществ кладется сейчас в основу понимания явлений утомления.

Изучая сокращения отдельных мышц, установили, что в момент укорочения мышцы появляется энергия в трех формах: тепловой, электрической и механической. Сокращаясь, мышца нагревается. Вот какой смысл дрожи на холоде. Организм спешит согреть нас тем теплом, которое выделяется от сокращения мышц. Этим же объясняется повышение температуры при сильных судорогах, например при столбняке. Измеряя напряжение электричества в разных местах сокращающейся мышцы, можно подметить появление в ней во время сокращения электрического тока. Самым важным видом энергии, понятно, в данном случае является механическая энергия сокращения. Она-то и двигает кости, поднимая тяжести и производя разного рода работу.

Итак, механическая энергия мышцы является результатом превращения других видов энергии, главным образом химической, заключающейся в пище, особенно в углеводах.¹ Мышца в этом смысле является похожей на наши динамомашинны. Она представляет собой аппарат, превращающий энергию из одного вида в другой. По своей способности превращать энергию, мышца оставляет далеко позади себя наши машины. При благоприятных условиях мышца может дать до 50% полезного коэф-

¹ Источником механической энергии могут быть, и жиры, и даже белки. В нормальных условиях мышца обходится углеводами.

фициента. Это значит, что 50% всей введенной с пищей извне энергии мышца отдает в виде механической энергии, тратя на нагревание и химические явления, связанные с разложением веществ, всего не более пятидесяти процентов.¹ Не всегда, однако, при работе организма получается такой большой процент полезной работы. Это имеет место только у опытных работников или у особо подобранных животных, при соблюдении самых благоприятных условий работы. При обычных условиях, при отсутствии особого навыка и умения работать, когда производится много лишних движений, в неблагоприятной для работы обстановке мы получаем не более 17—18% полезной работы. На этом примере ярко выступает важность изучения хода работы и необходимость точно установить научно те правила работы, которые у опытного рабочего даются долгим навыком. Что же это за особо благоприятные условия труда, которые могут повысить полезную работу в несколько раз? Отчасти мы их уже знаем. Прежде всего, это—ритм работы.

Ритм работы. Помните, в главе о сердце, разбирая его деятельность, мы пришли к тому, что этот орган только потому и может выносить тяжелую работу в течение всей жизни, что работает строго-ритмично, правильно чередуя работу с необходимым отдыхом. Наши скелетные мышцы не работают непрерывно, как сердечная, однако и для них есть определенный ритм, при котором они могут дать наибольшую работу. Специальные опыты показали, что при ускорении движений мышца относительно тратит меньше веществ на производство единицы работы. Эта экономия, при некотором ускорении движений, может дойти до 30%. Отсюда как-будто следует, что от рабочего надо требовать возможно более быстрых движений. Не следует, однако, забывать, что при быстроте движений сокращается время отдыха. Это может вызвать явления утомления и отказ органа от работы. Опыт показывает, что на восстановление такого слишком быстро работавшего органа надо

¹ Определяя приход и расход организма, мы можем вычислить, какое количество энергии организм затратил на работу мышц. Подсчитывая количество механической работы мышц и сравнивая с затраченной энергией, мы приходим к понятию полезного коэффициента работы. Это—отношение произведенной механической работы к затраченной химической энергии. Такие определения, сделанные для машин, дали примерно следующие результаты: паровые двигатели дают полезной работы от 1 до 15%, газовые двигатели—до 20%, и только самые совершенные двигатели внутреннего сгорания могут поднять количество полезной работы до 25—30%. Получается, что большая часть, в лучшем случае—две трети затраченной энергии, пропадает для нас без пользы, и только одну треть, и даже меньше, мы получаем от машины в виде полезной работы. Остальное тратится главным образом на нагревание самой машины и ее частей. На это же идет часть энергии и при сокращении мышц. Вот почему мы всегда более или менее разогреваемся при всякой физической работе.

много времени. Поэтому чрезмерно быстрый ритм работы невыгоден. Ускорять ритм работы надо лишь до известного предела. В народе таким регулятором ритма работы является песня. Тягучие, медленные по ритму, песни бурлаков как нельзя лучше соответствуют медленному ритму их работы по продвижению нагруженных судов по реке. Каждому виду животных свойствен особый ритм работы. Это ясно из сравнений, например, медленных движений черепахи и быстрых, достигающих нескольких тысяч сокращений в минуту, движений крыльев насекомых. Наилучший ритм работы отдельных мышц нашего тела также неодинаков. Сердце, как мы видели, сокращается всю жизнь с ритмом в 70—80 сокращений в минуту. Скелетные мышцы работают с ритмом в 30—35 сокращений; ритм других мышц (например жевательных) доходит до 90—100. Мышцы пальцев руки могут давать от 150 до 450 сокращений в минуту. Вообще максимальный ритм, примерно, в два с половиной, в три раза больше приведенного. Одной из задач научной организации труда является найти для каждого вида труда наилучшую и наиболее выгодную скорость и ритм сокращений, при которой производительность труда была бы максимальна, а вред для здоровья работающего — минимален.

Нагрузка. Из других условий работы важна степень нагрузки. Интересные опыты были поставлены в Америке во время прорытия Панамского канала. Работа землекопов была точно исследована. Оказалось, что, изменив вес и форму лопаты, можно было повысить производительность данной артели рабочих почти вдвое. Такие же точно опыты были сделаны в одном из германских институтов. Подобрал соответствующим образом телегу по весу и груз, получили у лошади до 50% полезной работы! В настоящее время в разных местах производятся опыты с целью выяснения наилучшей степени нагрузки для каждого вида работы. Выясняется, что каждый вид работы требует для себя определенной средней нагрузки. Нагрузка как выше, так и ниже этой нормы влечет за собой уменьшение производительности труда.

Навык и тренировка. Производительность труда повышается также при устранении излишних движений. Сами того не замечая, мы при каждой работе производим ряд лишних, ненужных движений. Приобретаемая с течением времени ловкость и навык, которые позволяют опытному рабочему увеличивать производительность своего труда, во многом сводятся к устранению лишних, ненужных для данного производства движений. Исследования с помощью записи движений во время работы показали, что нередко только одна пятая или одна шестая всех движений является полезной. Устраняя эти движения, можно повысить в три и более раз производи-

тельность труда.¹ Наконец, следует указать еще на необходимость чередования работы отдельных органов. Не следует слишком долго заставлять работать данную систему мышц и органов. Полезно давать по временам работу и другим аппаратам организма. Мы говорили уже в разных местах, что в организме работа органа влечет за собой и его усиленное питание. Организм подвозит к работающему органу больше крови, чем к другим. Он кормит его в ущерб другим. Если такое положение будет продолжаться долго, то другие органы будут страдать от недополучки питательных веществ. Кроме того, распределение крови в организме не будет правильным. Будут области, где крови будет всегда больше. Вот почему рабочему, вынужденному поневоле работать определенными мышцами, необходимо по временам производить гимнастику, как средство исправить ненормальность в распределении крови, вызванную его работой.² Из сказанного понятен само собою вред от одновременного вовлечения в работу двух или нескольких аппаратов: крови не хватит на все работающие одновременно органы, и они будут страдать от недополучки нужного материала. Мы по опыту знаем, как трудно заниматься после сытного обеда, когда большая часть крови притекает к органам пищеварения, и мозгу не хватает крови для работы.

Из того, что работа есть результат превращения химической энергии пищи в механическую, ясно, насколько правильность работы требует и нормального питания. Сколько же нужно пищи для работающего человека? Очевидно столько, сколько надо на покрытие его расходов по работе органов, с прибавлением некоторого количества на производимую механическую работу.

На приводимой таблице дан расход энергии за сутки в тепловых единицах (Калориях), в зависимости от характера работы.

ТАБЛИЦА IV

количества энергии (в Калориях), расходуемого за сутки:

- | | |
|---|----------------|
| 1. Человек; находящийся в постели | 1800 — 2000 К. |
| 2. Человек в условиях покоя. | 2400 » |

¹ Как на пример, укажем на наблюдения Джильберта. Изучая труд кладчиков кирпичей на постройке, он нашел, что каждый рабочий делает 13 лишних движений из 18. Устранив изменением условий подачи кирпичей только некоторые из этих лишних движений, Джильберт получил повышение работы почти в три раза. Рабочий, клавший раньше в единицу времени 120 кирпичей, стал теперь класть их 350, работая с тем же напряжением и при той же скорости работы.

Подобных опытов с такими же результатами имеется немало.

² Есть несколько видов гимнастики. Прежде всего — так называемые подвижные игры на свежем воздухе. Затем идут вольные движения и упражнения на аппаратах (лазание по шестам, прыгание через кобылку и т. п.).

3. Канцелярская работа	2500 К.
4. Швея (ручная работа).	2700 »
5. Машинистка (переписчица).	2800 »
6. Переплетчик	3000 »
7. Рабочий-металлист	3300 »
8. Прачка.	3400 »
9. Ломовой извозчик.	3500 »
10. Столяр	3600 »
11. Жнец.	4000 »
12. Кузнец.	4100 »
13. Косарь	4400 »
14. Каменотес	4800 »
15. Пахарь.	5000 »
16. Пильщик леса	5200 »
17. Дровосек.	6000 »
18. Грузчики портовые и строительные рабочие, до	8000 »
19. Гонщик (велосипедист)	9000 »

Из таблицы мы видим, что 9000 Калорий являются наибольшей цифрой расхода энергии организмом. Это, повидимому, предельная или близкая к пределу цифра, показывающая максимум энергии, которую способен развить организм. Организм, как и всякая машина, имеет свои пределы, за которыми он не может перерабатывать и усваивать вещества.

Для правильной постановки питания рабочего надо более или менее точно учесть величину его работы. Обычно в жизни нам помогает инстинкт — в виде аппетита, т.-е. желания есть. Однако, при организации массового питания было бы ошибочно и неэкономно руководствоваться лишь инстинктом.

При составлении рациона рабочего надо принимать во внимание, как мы уже отмечали в своем месте, что механическая работа совершается за счет, главным образом, углеводов. Однако, необходим усиленный подвоз и белков, и, понятно, тем больший, чем тяжелее работа, так как при этом тратится больше вещества мышц, на восстановление которых нужен белок.

Относительно необходимости известной обстановки еды и правильности приема ее в определенное время мы уже говорили в своем месте. Отметим здесь необходимость давать после приема пищи некоторое время для отдыха, пока переваривается пища.

Утомление. Всякая работа, как бы ни была она поставлена в смысле благоприятной обстановки труда, неминуемо ведет к утомлению. Каждому рабочему бывает нужен по временам отдых от работы.

Признаки утомления. Утомление выражается внешними признаками. Прежде всего увеличивается работа сердца и кровеносной системы, так как они должны снабдить мышцы

и другие работающие органы большим количеством крови. Как правило, поэтому, при работе — учащение биений сердца и повышение напора крови на стенки кровеносных сосудов (так называемого кровяного давления). Усиливается также дыхание. Оно становится глубже и чаще. Выше мы отметили ошибочность взгляда, будто бы во время мышечной работы нервная система находится в покое. Не надо забывать, что скелетные мышцы работают под влиянием приказов, посылаемых центральной нервной системой. Чем больше, следовательно, будет работа мышечного аппарата, тем сильнее будет и работа соответствующих нервных центров. Нет ничего удивительного поэтому в том, что, на ряду с описанными признаками утомления, наблюдается ряд явлений, свидетельствующих об утомлении также и центральной нервной системы. Возбудимость нервных центров понижается. Центральные части анализаторов слабеют и утрачивают способность к точной работе.

Резче всего, конечно, выражено явление утомления на самих работающих мышцах. По опытам на мышцах в специальном аппарате можно убедиться, что при известном состоянии утомления мышца вовсе отказывается работать.

Яды усталости. В основе утомления лежит скопление продуктов обмена веществ в работающих органах, которые не успевают освободиться от посторонних для них веществ. Для мышц таким веществом считается молочная кислота, образующаяся при сокращениях мышц. Некоторые ученые допускают образование особых ядов, вызывающих признаки утомления.

Борьба с усталостью. Ощущение утомления есть, в сущности, спасительный признак, — сигнал, который предохраняет нас от переутомления. Поэтому надо искать не те средства, которые бы уничтожили ощущение усталости, а способы отдалять самую усталость, ослабляя производящие ее причины. Главным средством в борьбе с усталостью является, понятно, отдых. Правильное чередование работы и отдыха является лучшей мерой к охране здоровья трудящегося. В этом отношении были попытки подражать сердцу, как органу, доказывающему на деле полезность частых, хотя бы и небольших отдыхов. На одной из фабрик в Америке сделали опыт, введя 20-минутные перерывы после каждых 80 минут работы. В результате получили увеличение производительности труда на 60%!

Утомление не представляет большого зла, если работающий, почувствовав его, может предаться отдыху. В случае же невозможности отдохнуть или неполного отдыха — может наступить переутомление, вредно действующее на организм. Особенно опасно медленное, длительное переутомление, когда человек не отдыхает месяцами, а иногда и годами. Тогда могут наступить

явления истощения, особенно нервной системы, что потребует специального лечения. Поэтому надо обращать внимание на ежедневный отдых в виде сна. Средних лет рабочий должен спать не менее 8 часов в день. Понятно, что сон только тогда даст освежение и восстановит силы, когда он будет протекать в соответствующей обстановке покоя и тишины, горизонтального положения, при чем тело не будет стеснено платьем и воздух в помещении будет достаточно свеж и чист. Сон в платье, не раздевшись, в жаркой, с спертым воздухом комнате — не освежает уставшего.

Хорошим видом борьбы с утомлением является массаж, т. е. растирание и разминание работающих мышц. В своем месте мы отмечали причины пользы массажа: в это время разгоняется кровь, устраняются явления застоя крови и удаляются продукты обмена, отравляющие мышцу. Сюда же относится обтирание и обмывание кожи после работы. При этом удаляется пот, проступающий во время работы, и, кроме того, кожа подвергается раздражению водой, что является как бы массажем нервных клеток кожного анализатора. Еще лучше, конечно, душ или купанье с плаванием в бассейне.

На утомление могут влиять и различные вещества. Так, давно обращено внимание на сахар. Служа источником мышечной энергии, сахар прекрасно восстанавливает уставшие мышцы. Многие продукты желез внутренней секреции — как, например, гормоны половых желез, щитовидной железы, надпочечника и др. — оказывают влияние на мышцы скелета, повышая их работу.

В поисках средств, устраняющих усталость, человечество нашло целый ряд веществ — как, например, кофе, какао, кокаин, чай, никотин, спирт, кола и др. — которые и применяются у всех народов, как возбуждающие вещества. О таких веществах, как кокаин, вред которого и разрушающее действие на нервную систему известны всем, мы говорить не будем. Отметим лишь действие таких общеупотребительных возбуждающих, как кофе, чай и шоколад. При умеренном употреблении они не могут принести большого вреда. Их особенно полезно давать в небольших количествах лицам умственного труда. Против никотина и алкоголя, наоборот, надо решительно восстать. Польза, приобретаемая от этих веществ в виде возбуждения, покупается слишком дорогой ценой вреда для организма. Притом вещества эти не столько устраняют усталость, сколько притупляют ее ощущение и тем вводят нас в обман. Не следует забывать, что усталость и ощущение утомления являются спасительными приспособлениями, — сигналами, предупреждающими нас от опасности, грозящей нам от возможного наступления переутомления. С этой точки зрения нельзя признать полезным

борьбу с усталостью при помощи игры на самолюбии работающего, на его моральных основах или на корысти в виде премий за сверхурочную работу. Все это лишь поведет—рано или поздно—к переутомлению. К такому способу повышения работы можно прибегать лишь в крайних случаях. Таким образом нормальной борьбой с утомлением является единственно правильный и нормальный отдых после восьмичасового рабочего дня, проведенного в соответствующей обстановке.

Ночной труд, с этой точки зрения, должен быть признан ненормальным. Рабочий после ночной работы не может отдохнуть днем, как следует, так как дневная обстановка не дает всех условий для нормального отдыха.

Умственный труд

До сих пор мы говорили о физическом труде. Почти все сказанное можно приложить и к случаю умственной работы. И здесь имеет значение нагрузка. Данное лицо может нормально справиться с мозговой работой только тогда, если количество раздражений, падающих на его анализаторы, будет не больше определенной величины. Величина эта индивидуально колеблется. Ритм работы играет важную роль и в умственной работе. Клетки мозга работают с определенным ритмом, при чем по временам им необходим отдых в виде сна или перехода к другого рода деятельности. Поэтому правильное чередование отдыха и работы имеет не меньшее, если еще не большее значение, и в мозговой работе. С деятельностью мозга мы знакомы меньше, чем с работой других органов, например мышц. Поэтому научная организация умственного труда еще находится лишь на самых начальных ступенях развития. Открытие И. П. Павлова,—что всякое возбуждение, приходящее в мозг, имеет склонность как бы разливаться по всему мозгу (закон иррадиации), и только со временем, при повторных раздражениях, оно концентрируется, как бы сходится в одном центре (закон концентрации),—дает нам в руки способ упражнения нервной системы. Выражаясь языком психологов, надо приучить мозг концентрировать все попадающие в него раздражения в одном центре или в однородных центрах. Выражаясь общепонятным языком, надо выработать в себе способность по желанию, в меру надобности, к о н ц е н т р и р о в а т ь (т.-е. сосредоточивать) в н и м а н и е на данном предмете. Это—не так легко, и многим не дается без особого навыка. Концентрация внимания, умение замкнуться в сфере определенных мыслей,— вот к чему надо свести организацию умственного труда, особенно в молодом возрасте.

XVI.

ТРУД И ВЫТ.

Организация труда. — Психотехника. — Тейлоризм. — Труд и здоровье. — Вредные профессии. — Охрана здоровья рабочих. — Труд и заразные болезни. — Устройство фабрик с точки зрения охраны труда. — Ночной труд. — Труд женщин и детей. — Организм и среда.

**Организация
труда.**

Одним из самых верных способов повышения производительности труда является предварительное исследование предназначаемых для данной работы лиц, с отбором пригодных, и, кроме того, такая организация производства, при котором здоровье рабочих охранялось бы от порчи и вреда. Правильно подобранный рабочий в социалистическом государстве, ставящим себе лозунгом труд, должен рассматриваться, как величайшая драгоценность, как национальное богатство, и его здоровье должно быть тщательно охраняемо. Отсюда возникли: психотехника — как ряд основанных на физиологии правил, которыми надо руководствоваться при подборе лиц для данной профессии, — и наука об охране здоровья рабочих. Психотехника — наука молодая. Отбор рабочих производился и раньше. Так, например, на железных дорогах всего мира не принимали служащих на линии без предварительного осмотра его зрения на точность различения красных и зеленых сигналов. Во время войны, с развитием авиации, стали испытывать способности будущих авиаторов. У них определяли скорость ответов со стороны нервной системы и другие важные в практическом отношении способности.

Психотехника.

Психотехника не довольствуется простым определением пригодности к данной профессии только на основании отсутствия недостатков, мешающих работе. В настоящее время стараются определить особенности деятельности различных, даже нормальных органов, чтобы подобрать для данной профессии лиц, наиболее к ней пригодных. С этой целью пользуются всеми имеющимися способами исследования, начиная от простых измерений тела и его частей, определения степени развития его органов, и кончая сложными исследованиями деятельности нервной системы.

**Выбор
профессии.**

Из сказанного ясно, какие горизонты открываются в будущем для поднятия производительности труда, когда людей будут стараться ставить на места, соответствующие их способностям

В то же время, определение способностей — дело трудное. До сих пор в выборе профессии люди предоставлены были самим себе, и от того большая часть людей занимается не тем, к чему они наиболее склонны. Необходимо организовать дело так,

чтобы определение склонностей начиналось еще в школьном возрасте, чтобы к моменту выбора профессии были уже объективные данные пригодности именно к данной профессии. В Англии с этой целью существуют особые учебные комитеты. Они изучают подростков в возрасте 14 лет и, на основании разнообразных данных, дают им совет относительно выбора профессии.

Америка — с ее деловым практическим укладом жизни — обратила особое внимание на необходимость более основательного подхода к выбору профессии. Там именно возникло учение, известное под именем тэйлоризма. Основателем его был Тэйлор, ткач по профессии, ставший потом инженером. Он первый поднял вопрос о том, что в интересах производительности труда надо изучать самый ход трудовых движений, тщательно записывая и определяя характер и полезность движений. Таким путем он и пришел к сообщенным уже нами результатам, что, устраняя лишние движения, можно значительно повысить производительность труда, не заставляя при этом рабочего производить особой работы.

Такая система организации труда получила название тэйлоризма, и практическая Америка проводит ее со всей строгостью. Будучи на службе у капитализма, система эта перенесла центр тяжести вопроса на извлечение из рабочего наибольшей производительности, не считаясь с последствиями — в смысле влияния на здоровье рабочего. Тэйлоризм, на первый взгляд, даже как бы стоит на страже здоровья рабочего. Некоторые американские фабрики с виду очень заботятся даже об удобствах рабочих. Все это делается, однако, не во имя интересов рабочих и труда, а для извлечения из них наибольшей выгоды. Здоровье рабочего охраняют постольку, поскольку невыгодна его болезнь и утрата трудоспособности в короткое время. Если же это время так продолжительно, что в течение его заботы о рабочем окупятся, американская система мирится с тем, что их организация труда в конце-концов сделает из рабочего инвалида. В нашей республике трудящихся тэйлоризм неприменим. От этой системы нам надо взять лишь постановку научного изучения труда. В этом отношении работы Тэйлора и его учеников могут дать — в качестве материала — много ценного. Применение же этого материала должно не упускать из виду рабочего и не превращать его как бы в одну из машин, которую легко можно в случае поломки починить или заменить другою.

Труд и посейчас во всех странах поставлен в такие условия, что он нередко оказывается вредным для здоровья, вызывая различные заболевания и преждевременную инвалидность и смерть. Наиболее благоприятными видами труда, по статистике всего мира, оказывается труд

Влияние труда
на здоровье.

земледельца. Труд фабрично-заводский оказывается гораздо более вредным. Здесь процент заболеваемости и смертности выше, чем у крестьян. Неблагоприятные условия городского труда сказываются даже на детях и рождаемости. У рабочих гораздо больший процент детей умирает в раннем детстве, и большее число их рождается преждевременно на свет. Причин этому, конечно, много, и в большинстве случаев они понятны каждому. Упорный, однообразный труд в нездоровых условиях большинства современных фабрик, притупляющее однообразие работы, при неблагоприятных условиях домашней жизни, — вот враги здоровья трудящегося. Те же причины приводят и к громадному распространению некоторых болезней среди рабочих. Укажем, как на пример, на туберкулез. Некоторые профессии — как, например, печатное дело, работа на табачных фабриках и т. п. — сопровождаются часто туберкулезом. Процент туберкулезных среди работающих в таких производствах очень велик. Не говоря уже о специально вредных профессиях — как, например, работа в канализационных колодцах, на химических фабриках и заводах, на производстве зеркал и т. п. — всякая работа на заводе может повлечь за собой при известных условиях увечья и ранения от близости машин и других инструментов. Этого рода увечья часто стоят в связи с переутомлением рабочих. Статистика несчастных случаев и их распределение в течение недели и дня прямо указывают на такую связь. Утомленный человек, понятно, будет менее осторожен и ловок.

Вредность отдельных профессий. Вредность профессии связана с порчей отдельных органов. Так, например, условия некоторых производств являются прежде всего вредными для наших периферических анализаторов, т.-е. органов чувств, как их называют еще и до сих пор. Грохот машин и шум станков вызывает у многих рабочих, в течение нескольких лет пребывания среди такого шума, ослабление слухового анализатора. Ясно, что лиц, страдающих уже ушными болезнями, нельзя направлять в кузницы, слесарные и другие мастерские, где шум неразрывно связан с производством. Правда, техника, по указаниям физиологов, находит средства борьбы с шумом, как и с другими вредностями. Так, например, замена пронзительных высокого тона свистков у паровозов более низкими сильно понизила процент глухоты у кочегаров и машинистов. В этом случае техника воспользовалась установленными данными, что низкие тоны легче переносятся и менее разрушительны для уха, чем высокие. На заводах принимают ряд мер к уменьшению шума: подкладывают войлоки под машины, покрывают стены пробкой и т. п. Предложены были и специальные ушные предохранители для рабочих. В других производствах стра-

дает глазной анализатор. Иные производства — как, например, работа в рудниках — вредят недостатком освещения. Заставляя напрягать зрение, особенно глазные мышцы, такая обстановка дает до 20 — 25 процентов лиц, страдающих особой формой расстройств зрения, делающих их непригодными к работе. Работа, связанная с ярким освещением — как, например, около плавильных печей, с ярким электрическим светом, применяемым при плавлении некоторых металлов, — может сильно повлиять на зрение, если не снабдить рабочих предохраняющими очками. Новые производства, связанные с действием на организм Рентгеновских лучей (Х-лучей) и лучей радия, влекут за собой тяжелые подчас повреждения кожи, выпадение волос, половое бессилие от поражения половых желез и, наконец, даже раковые опухоли. Были случаи, когда в результате длительных работ с радием приходилось удалять пальцы и целые конечности, — столь сильны были раны и поражения кожи! Техника выработала меры предохранения в виде передников, не пропускающих вредные лучи; совершенно устранить вред лучей радия и рентгеновских пока не удалось. Опасность, сопряженная с распространением электричества и передачей токов сильного напряжения в сотни тысяч вольт, известны каждому. Даже ток уличного трамвая в 500 — 1000 вольт дает удар, который, вызвав паралич дыхательного центра, может убить человека.

Многие производства связаны с загрязнением воздуха пылью и вредными газами. Так, производства, при которых употребляются кислоты или выделяется сероводород, бензол и другие вредные вещества, может дать даже картины массовых отравлений. Часто производства портят воздух пылью. Отдельные производства — как, например, набойное (матрасные мастерские), работы с волосом, шерстью, при шлифовании сухим способом и т. п. — дают вредную пыль, губительно отражающуюся на здоровье. Сюда же надо отнести и работы с углем. С опасностями

от производств законодательство борется в целях охраны здоровья. С этой целью запрещают детский труд и нормируют труд подростков. Понятно, что растущий организм страдает больше, чем уже развитый, от различных вредностей. Обращается внимание также на работу женщин. Благотворно должен действовать закон, предписывающий давать покой женщине в последние месяцы беременности и после родов, освобождая ее от работы на фабрике. Самое главное, конечно, это — устранение вредных влияний самого производства. Простое внимание при постройке фабрики, применение разумных мер внутреннего распорядка — может устранить или сильно ослабить такие вредные моменты, как пыль, сырость, шум и т. п.

Современные фабрики вводят у себя новые совершенные способы освежения воздуха (вентиляция), отопления и освещения.

Многие производства, еще недавно дававшие большой процент инвалидов, сейчас стали менее вредными благодаря изменению в технике. Так, производство спичек, зеркал и т. п. стали менее вредными вследствие устранения вредивших здоровью веществ (фосфор, ртуть).¹

Некоторые работы по своим условиям связаны с особой опасностью заразиться теми или иными болезнями. Так, работа в болотистых местностях — как, например, на торфяных болотах, рисовых полях, на сплавных реках и т. п. — связана с опасностью заражения болотной лихорадкой — малярией. Против этого принимаются меры, сводящиеся сейчас к предохранению от укусов комара. С этой целью введен ряд мер, предохраняющих жилища от вторжения насекомых в виде двойных дверей и решеток на окнах. Рабочих в особо опасных местах снабжают сетками, защищающими лицо, перчатками для рук и т. п. Строгое проведение таких ограждающих здоровье правил дало возможность американцам справиться с работами по прорытию Панамского перешейка. Из истории известно, что первые попытки его прорытия сопровождались таким количеством заболеваний среди рабочих, что одно это уже сильно помешало успеху дела. При вторичной организации этого одного из величайших предприятий введена была санитарная диктатура. Руководителю работ было предписано обратить самое серьезное внимание на охрану труда и здоровья, и с этой целью он имел право издавать лично какие угодно правила без согласия соседних государств. Результат оказался блестящим.

Рабочие, близко соприкасающиеся с поверхностными водами (горнорабочие, землекопы и т. п.) нередко заражаются глистами. Борьба с этого рода опасностью легче, так как сводится к поднятию сознательности и уровня культурного развития рабочих.

Современное развитие гигиены — науки об охране здоровья — дает ряд указаний, которые могут резко понизить вред фабричного труда. Для этого фабрики должны быть построены соответственно правилам специально санитарного строительства. Не входя в подробности, доступные лишь специалисту, отметим, как вывод из сказанного, следующие данные.

Современная фабрика и завод должны обеспечить рабочему прежде всего чистоту, сухость, достаточное освещение и теплоту в рабочем помещении. Темные, сырые и низкие помещения для мастерских должны быть запрещены властью. Строительный материал для стен, пола и потолка должен соответствовать

¹ В прежнее время для изготовления спичек применяли ядовитые соединения фосфора. Теперь фосфор заменен серой. В зеркальном производстве ртуть заменена неядовитым серебром.

характеру производства. В мастерской должен быть достаточный объем воздуха. Современная наука считает необходимым на человека до 10 куб. метров объема воздуха. Воздух должен обновляться возможно чаще. С этой целью устраиваются специальные системы, вытягивающие испорченный воздух и нагнетающие в помещение чистый, согретый воздух в достаточном количестве. Считается, что весь воздух в помещении должен обновляться не реже трех раз в час. Понятно, что должно быть обращено внимание также на удаление пыли из помещения. В наилучших поставленных фабриках Германии были устроены еще до войны специальные приспособления, препятствовавшие пыли попадать в воздух. Система отопления должна поддерживать равномерную температуру в пределах 12 — 15 градусов, смотря по тому, какой вид работы преобладает в данной мастерской. При подвижном труде температура должна быть ниже; при работе, требующей неподвижности, температура должна быть около 15 градусов. Немаловажное значение имеет освещение. Окна всегда неудовлетворительны, так как не дают равномерного освещения. В больших фабриках строят обычно крыши из стекла и тем обеспечивают равномерность освещения. Искусственный свет стараются устроить так, чтобы он падал не прямо от источника, а отражался бы от стен и потолка. Такой свет ближе к естественному дневному. Наконец, особое внимание должно быть обращено на предохранение от несчастных случаев. Кроме отмеченного выше влияния переутомления, немаловажную роль часто играет и невнимание строителя машин. В последнее время крупные фабрики запада стали обращать внимание на это обстоятельство и снабжают машины особыми предохранителями, предупреждающими несчастные случаи.

К мерам охраны труда, имеющим огромное значение, следует отнести также снабжение рабочего особой одеждой, рассчитанной на предохранение от вреда здоровью в данном производстве. Одежда такая должна, понятно, быть различна в зависимости от характера производства.

Все мероприятия по предохранению от вреда для здоровья останутся на половину не достигающими своей цели, если рабочий сам не будет сознавать их значение. Необходимо поэтому вести пропаганду санитарных знаний. Каждый рабочий должен знать, как устроено его тело, как работает его организм, что может быть ему вредно, и какая именно сторона деятельности его на данном заводе угрожает его здоровью. Обязанность фабричных врачей составляет—распространять среди рабочих подобные сведения. Санитарные мероприятия таковы, что их нельзя провести с пользой одним давлением власти, без добровольного участия самих рабочих, основанного на понимании их значения.

Ночной труд. Ночной труд оказывается особо вредным для здоровья. Организм может нормально отдохнуть только ночью. Дневной отдых после ночного труда не достигает вполне своей цели. Поэтому ночной труд должен быть приравнен к вредным видам труда. Рабочие, занятые в ночное время, должны быть поставлены в особые условия как жизни, так и меньшей продолжительности их рабочего времени. Такие рабочие должны периодически освобождаться от работ на день-два для того, чтобы дать организму нормальный отдых. Сплошная работа по ночам в течение продолжительного времени отражается вредно на здоровье.

Труд женщин и подростков. Особое внимание должно быть обращено на труд женщин и подростков. Женщина, как мать, от состояния здоровья которой зависит здоровье потомства, охраняется особо нашим законодательством последнего времени. Понятно, нельзя совершенно лишить женщину права на заработок путем участия в промышленности. Здесь можно только оградить ее интересы, как матери, в период беременности и первые месяцы после родов, освобождая ее на это время от работы. Понятно, что и в промышленности женщина должна быть поставлена на такие работы, которые не угрожают ее здоровью, принимая во внимание особенности ее организма. То же нужно сказать и о труде подростков. В капиталистических странах еще и по сей час к работе на заводах привлекаются даже дети. Даже в таких опасных видах промышленности, как стеклянная, до недавнего времени детский труд играл видную роль. Труд детей и подростков в промышленных предприятиях, в сущности, с точки зрения охраны их здоровья, должен считаться вредным и недопустимым. Советское законодательство справедливо полагает 18 лет, как возраст, в котором рабочий может поступить в производство. Однако, жизнь пока еще требует уступок. Было бы неразумно, строго придерживаясь буквы закона, не допускать к работам и службе в производстве лиц более младшего возраста. Прежде всего, не всегда возраст обуславливает физическое развитие. Здесь надо подходить к вопросу индивидуально. Кроме того, и в предприятии можно найти такие виды занятий, которые не повлияют дурно на подростка. Все зависит от знания, опыта и внимания руководителя. Во всяком случае пребывание на фабрике, заводе или в мастерской — для подростка много лучше, чем шатание по улицам или занятие уличной торговлей с ее развращающим влиянием. Строгое соблюдение закона, воспрепятствующего работе в предприятии лицам, не достигшим 18-летнего возраста, можно и должно будет провести лишь тогда, когда окажется возможность поставить всех подростков в соответствующие условия, исключающие погоню за легкой наживой

путем торговли или бездельничание на улицах и площадях городов.

Заключение: Этим мы закончим беседы о жизни нашего организма и низма. Вы видели, как тонко и точно работает наш среда. организм, как согласована работа отдельных его частей, как точно он отвечает на явления внешнего мира, приспособляясь к нему и стремясь сохранить благоприятные условия, несмотря на колебания в окружающей среде. Это — главная особенность организма, долгое время способствовавшая укоренению мистического взгляда на организм, как на нечто особое, подчиненное особым силам и законам. Мы видели, что сейчас наука дала уже немало данных в пользу того, что организм есть лишь уголок вселенной. Здесь действуют те же силы, что и в окружающем нас мире. Формулы законов — те же, только в организме эти формулы сложнее. Законы физики и химии — общие и для природы, находящейся вне нас, и для нашего организма. Вот — основной вывод современной науки! Он нам показывает и освещает путь к дальнейшему изучению нашего организма и отдельных его частей. Идя по этому пути, мы, как вы видели, сорвали покров таинственности со многих явлений — как, например, оплодотворение, нервная деятельность, — и в настоящее время подбираемся к последнему убежищу мистически настроенной научной мысли, — к головному мозгу. Успехи работ лабораторий И. П. Павлова и В. М. Бехтерева и ряда других ученых служат порукой тому, что, работая организованно в этом направлении, мы, наконец, придем к познанию истинных законов деятельности мозга, — органа, работа которого покоряет нам природу. Только поняв механизм деятельности мозга, мы получим власть над ним.

Насколько велико значение работ по изучению мозга — ясно каждому. На протяжении всей своей истории человечество борется со своим главным и наиболее жестоким поработителем и эксплуататором, — с природой. Шаг за шагом, исторгая у нее ее тайны в виде законов, человечество понемногу освобождается от рабской зависимости от сил природы и, покоряя их себе, заставляет служить своим потребностям, тем самым освобождаясь от необходимости совершать тяжелую и утомительную работу.¹ Какой же орган помогает нам похищать тайны природы? Мозг является нашим органом, ведущим неустанную борьбу с природой. Он — творец науки и в частности естествознания — выведет человечество на дорогу свободы, покорит при-

¹ Достаточно сравнить те отдаленные времена, когда люди падали ниц перед известным каждому школьнику конденсатором электричества, заключенном Моисеем в ковчег завета, с нынешними, — когда то, что вызывало панический страх, как проявление божества, теперь запряжено нами в трамвай, как лошадь, и крутит и вертит станки на наших фабриках и заводах, не вызывая даже изумления рабочих.

роду, низведя ее с положения властелина над нами — на роль слуги, работающего на нас. Тогда мы будем избавлены от тяготеющей над нами зависимости от окружающего мира. Человечество будущего, овладев механикой работы мозга — орудия борьбы с природой, — покорив затем и самую природу, будет с удивлением узнавать о тех далеких в прошлом временах, когда люди не знали, будет ли у них в этом году урожай, и со страхом ожидали своего благополучия от того, пойдет ли во время дождь, или нет. В будущем, пусть отдаленном, человечество будет свободно от влияний слепой, как говорят, природы в лице ее сил. Мы будем управлять ею по своему желанию и вызывать те явления в окружающем мире, которые нам нужны и выгодны. Вспомним, как на наших глазах побежден воздух, и как человек на аппаратах много тяжелее воздуха поднимается теперь выше птицы. Еще более поразительна победа под пространством, дающая возможность слышать голоса лиц, находящихся от нас на расстоянии многих тысяч километров. Кому мы обязаны этим, как не нескольким кучкам нервных клеток и пучку нервных волокон? В изучении законов их деятельности лежит ключ в мир свободы и счастливой жизни человечества, свободного от рабства природе!

ПРИЛОЖЕНИЯ.

I.

Дезинфекция, или обеззараживание.

В случаях появления заразных заболеваний необходимо:

а) отделить больного от здоровых, обособив помещение, где лежит больной, и не пускать туда остальных обитателей, кроме ухаживающих лиц. Эти лица не должны соприкасаться с здоровыми: ходить в гости, в общественные помещения (клубы, храмы, театры и т. п.) в течение всей болезни или до указаний врача;

б) выделения и извержения больного (рвотные массы, моча, испражнения) должны собираться в особые сосуды и здесь **обеззараживаться**. Наиболее простыми и доступными средствами для обезвреживания служат: карболовая кислота, известь в виде известкового молока. Известь есть почти везде, и достать ее нетрудно. Поэтому мы опишем здесь способ применения ее для обеззараживания.

Известь применяют в виде так называемого известкового молока. Приготавливают его из **негашеной** извести следующим образом.

На ведро воды отвешивают от трех с половиной до семи фунтов, т.-е. от 1400 до 2800 грамм, едкой извести,сыпают в глиняный или деревянный сосуд нетолстым слоем и небольшими порциями приливают воду (начиная с веса воды, равного весу извести). При этом, как говорят, известь «гасится» и, всасывая воду, превращается в белый мягкий порошок. Отобрав из такой извести камешки, частицы глины и другие посторонние вещества, добавляют воды, разбалтывая в ней известь. Всего воды на указанное количество извести надо взять **в едр о**. Это и будет 10 — 20-процентное известковое молоко. Его надо часто готовить, так как оно быстро портится и теряет свои обеззараживающие свойства.

Испражнения больных кишечными болезнями (холера, брюшной тиф, дизентерия) надо обязательно обеззараживать 3 — 4 часа, смешав их или с известковым молоком, или с 5% карболовой кислотой, и только после этого уже выливать в отхожее

место. Ночные ведра, подкладные судна и прочие приемники извержений больных надо обмывать теми же веществами, — лучше всего — так называемым мыльно-карболовым раствором¹.

Посуду больного (чайные ложки, стаканы и т. п.) кипятят в воде с содой (1 — 2%) 30 минут. Если вещество не переносит кипячения (деревянные ручки и т. п.), их погружают в раствор формалина (2%) на час.

Белье и моющееся платье надо собирать в мешок и класть на 3 часа в раствор соды (1 — 2%) и затем кипятить.

Меховые вещи, одеяла, шерстяные ткани и прочие вещи (книги) отсылаются для обеззараживания в особые учреждения — так называемые дезинфекционные камеры: их надо обеззараживать водяным паром или формалиновыми парами в особых аппаратах. Кожаные вещи можно протереть дома тряпкой, смоченной мыльно-карболовым раствором. Кровати и мебель обмываются тем же мыльно-карболовым раствором. Им же промываются и полы, и стены (деревянные). Если комната оклеена обоями, то необходимо обеззаразить ее парами формалина. Это могут сделать лишь специальные опытные люди. Все, что приходило в соприкосновение с больным и не представляет особой ценности, лучше сжечь.

II.

Дезинсекция (уничтожение насекомых).

Уничтожение головных вшей не особенно трудно. Обмывание головы горячим мыльным раствором, обычно, достаточно для уничтожения взрослых паразитов. Труднее борьба с плотно приставшими к волосам яичками (гниды). Хорошо действует смесь: мыльной воды, керосина и масла (оливкового). Для этого смешивают 80 частей керосина с 20 частями масла (растительного) и добавляют от 100 до 200 частей мыльной воды (раствор зеленого мыла в теплой воде).

Труднее бороться с платяными вшами, особенно в условиях похода, экспедиций и проч., когда естественные меры предохранения — в виде частой смены белья и обмывания — затруднены. На первом месте, конечно, стоят бани и души. Белье должно быть вымыто и прокипячено. Одеяла и платье можно освободить от вшей, прогладив (особенно на швах, где обычно гнездятся

¹ Смесь карболовой кислоты и зеленого мыла. Ее готовят так: 5 частей зеленого мыла растворяют в 100 частях воды и сюда добавляют, при помешивании, 3 части 100-процентного раствора неочищенной карболовой кислоты. По расчету на ведро воды выйдет — 1½ фунта мыла и 1 ф. кислоты. Зеленое мыло надо растворять при подогревании. Нагретые растворы действуют сильнее.

вши) горячим утюгом. Итальянцы предлагают смесь нашатырного спирта, бензина и нафталина: 5 — 10 процентов нафталина растворяют в бензине и смазывают этим раствором места, где водятся вши; советуют добавлять еще примерно 80 — 90 частей нашатырного спирту.

Клопы уничтожаются смазыванием щелей, где они гнездятся, крепкой салициловой или карболовой кислотой. Где можно — хорошо пройти огнем паяльной лампы. Нам удавалось уничтожать клопов за обоями, заливая туда за карниз и плинтус бензин (большое количество в несколько приемов).

Тараканы уничтожаются прокаленной бурой, вылавливаются ловушками (особенно — черные). Их любят птицы (как, например, куры, цыплята). Козы и овцы охотно едят тараканов, как это мы не раз наблюдали в Италии, где на юге (например на о. Капри) тараканы (черные) нередко свободно гуляют по улицам целым стадом.

Блох нетрудно уничтожить, промывая полы водой с дегтем или протирая их керосином. Всякая влажность пола обезвреживает и убивает блоху.

Комары. Против комаров действуют: а) дым от костра, б) керосин или нефть, пускаемые в пруды и водовместилища, — керосин здесь душит личинки, не давая им дышать воздухом, в) уничтожение стоячих вод, г) осушка местности, д) заселение прудов рыбой, поедающей личинки. Из помещения комаров выкуривают дымом. Близость стойл рогатого скота привлекает комара, предпочитающего пить кровь скота.

Мухи: отравить их можно раствором формалина в воде или молоке. Лучше и вернее всего применять липкую бумагу, быстро освобождающую комнату от докучливых и опасных мух. От размножения мух, по крайней мере чрезмерного, можно избавиться, тщательно следя за чистотой окрестностей жилища. Надо предохранять навоз, держа его закрытым, так как именно в навоз мухи и откладывают свои яички.

III.

Способ накопления витаминов в прорастающих семенах.

Отбирают сухие зерна бобовых с неповрежденной кожурой. Отобранные зерна вымачивают в воде. Продолжительность вымачивания стоит в связи с температурой: чем температура выше, тем меньше надо времени для набухания зерен. При 10 градусах — необходимо около 24 часов, при температуре около 32 градусов — достаточно 12 часов. По истечении указанного срока воду сливают, а зерна оставляют влажными, и в таком виде (поддерживая влажность и доступ воздуха) дают им

прорасть. В зависимости от температуры, прорастание происходит в течение 12 — 24 часов. Когда росток достигнет величины в один сантиметр, накопление витамина «С» достигло желаемой величины, и зерна готовы к употреблению. Проросшие семена можно давать в пищу или в сыром виде, размельчив их с водой, или проварив их не более 10 — 12 минут, при температуре кипения воды, в открытой кастрюле или котле; лучше — в слегка подкисленной воде.

ТАБЛИЦА V.

Средний состав важнейших пищевых веществ в процентах.

(Количества показаны в круглых числах.)

НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА.	В ста граммах вещества:		
	Белков и других азотистых веществ.	Жиров.	Углеводов.
Мясо быка жирное, без костей	16	29	—
» » среднее	21	5	—
» » тощее	21	2	—
» » вареное	34	8	0,4
» » жареное	34	8	0,7
Солонина (годовалая)	19	5	—
Мясо барана среднее	17	6	—
Мозги телячьи	9	9	—
Рубец	10	1	—
Свинина тощая	20	7	—
» жирная	15	37	—
Окорок соленый	22	9	—
Мясо куриное жирное	18	9	1,2
» цыпленка	22	3	—
» гуся	14	44	—
» зайца свежее	23	1	—
Конина	22	2	0,46
Селедка обыкновенная	15	9	—
» соленая	19	17	1,6
Треска свежая	16	0,3	—
» сушеная	82	0,7	—
Вобла свежая	17	6	—
» сушеная	48	10	—
Осетрина	18	5	—
Судак свежий	19	0,2	—
» солено-вяленый	60	2	—
Щука	18	0,5	—
Икра паюсная	40	12	—
» зернистая	26	16	—
Яйцо куриное	13	12	0,6
Молоко женское	2	4	6
» коровье	3	4	5

НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА	В ста граммах вещества:		
	Белков и других азотистых веществ.	Жиров.	Углеводов.
Сливки	4	27	4
Сметана	5	27	3
Творог	15	0,6	2
Сыр (русско-швейцарский)	25	32	5
Сало свиное соленое	2	86	—
Масло сливочное	—	86	—
» чухонское	—	89	—
» топленое	—	98	—
Мука пшеничная (I сорт)	10	1	75
» простая	12	1	72
» ржаная	12	2	71
Хлеб пшеничный	8	0,3	45
» ржаной	8	1	45
Сухари	9	1	76
Булка французская	9	3	53
Картофель свежий	2	0,15	21
» сухой	8	1	82
Гречневая крупа	11	2	70
Овсяная	13	6	68
Манная	9	0,2	76
Пшено	12	3	69
Рис	8	1	77
Бобы сушеные	24	2	56
Горох	23	2	58
Капуста кочанная	2	0,2	4
Морковь	1	0,2	10
Репа	1	0,2	6
Огурец	1	0	3
Свекла обыкновенная	1	0	9
Грибы сушеные белые	29	2	6
Компот сухой	3	—	52

НВ. При подсчете энергии в Калориях надо считать: грамм белков и углеводов — равным 4 Калориям; грамм жира — 9 Калориям.

С общей суммы энергии 10% надо сбросить на неусвоенную часть рациона.

ТАБЛИЦА VI.

Количество больших калорий в фунте главных пищевых продуктов.

НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА.	Количество калорий.
Хлеб ржаной	840
Резаный (перловая, рис, овес)	1400
Сухари ржаные	1400
Горох, бобы, чечевица	1320
Картофель свежий	380
» сухой	1720
Капуста	100
Редис, морковь, свекла	140
Коренья сухие	1320
Мясо свежее	540
Свинина жирная	1600
» тощая	800
Колбаса вареная	800
Солонина	490
Птица (белая дичь)	700
Рыба свежая	400
» солено-вяленая	1000
Творог	500
Сыр (голландский и др.)	1500
Сало (шпик) свиное	3200
Масло растительное и животное	3500

ВН. При подсчетах количества усвояемых организмом Калорий, надо сбрасывать до 10% на неполное усвоение организмом продуктов.

ТАБЛИЦА VII.

Расчет количества главных пищевых продуктов для получения среднего рациона в 3000 больших калорий.

Ниже приведенные количества веществ дают как-раз 3000 Калорий.

НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА.	Какое количество его даст 3000 К.
Масло	0,38 кг
Сало	0,50 »
Мясо (жирное, среднее)	0,6—0,9 »
Сахар	0,78 »
Рис	0,86 »
Сухари	0,88 »
Бобы, горох	1,0 »
Хлеб пшеничный	1,0—1,3 »
» ржаной	1,5 »
Яйца куриные	20 штук
Мясо тощее	3,0 кг
Картофель	3,1 »
Молоко цельное	4,5 литра
» снятое	7,5 »
Редис, яблоки	5,3 кг
Апельсины, земляника	9,0 »
Шпинат	12,5 »
Салат	33,0 »

ТАБЛИЦА VIII.

Содержание витаминов в главных пищевых продуктах.
 Относительное богатство витаминами выражено цифрами 1 до 5.
 Чем выше цифра, тем богаче данное вещество витамином.

НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА.	В и т а м и н ы		
	Витамин А (рост).	Витамин В (питание).	Витамин С (про- центы в 100 г)
Животные продукты.			
Мясо тощее (быка, барана)	1	1	1
Печень	2	3	1
Сердце.	2	2	—
Мозг	2	2	—
Икра	1	2	—
Мясо рыбы	0	мало	—
Мясные консервы (в жестянках) . .	0	оч. мало	0
Молоко цельное (коровье)	2	1	мало
» снятое »	0	1	1
» сгущенное »	1	2	1
Сыр (из снятого молока)	0	—	—
» (из цельного молока)	2	—	—
Яйца свежие	2	3	—
Яичные желтки	3	3	—
Яичный белок	0	0	—
Растительные продукты.			
Пшеничные, рисовые зерна (цельные). .	1	1	0
Зародыш зерна.	2	3	0
Оболочки зерен (отруби)	0	2	0
Пшено.	2	2	0
Мука (белая).	0	0	0
Рис белый (полированный)	0	0	0
Рис цельный с оболочкой	1	3	—
Просо	2	2	0
Горх, чечевица	—	2	0

НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА.	В и т а м и н ы.		
	Витамин А (рост).	Витамин В (питание).	Витамин С (противо- цинготный).
Бобы	1	2	0
Проросшие семена (злаков и струч- ковые)	1	2	2
Зелень и фрукты (лимон, апельсин).	—	—	3
Капуста свежая	2	1	4
» вареная ($\frac{1}{2}$ ч.)	—	1	2
» сушеная (на солнце).	1	1	оч. мало
Репа, морковь	1	1	3
Свекла свежая.	—	—	2
Картофель свежий сырой.	1	1	мало
» вареный.	—	—	мало
Лук вареный	—	—	1
Чеснок	—	2	1
Помидоры (томаты).	—	2	3
Яблоки	—	1	1
Малина	—	—	2
Орехи.	1	2	—
Дрожжи сухие.	мало	3	мало
Жиры.			
Масло (коровье)	3	0	0
Рыбий жир (тресковый)	3	—	—
Растительные масла	0	—	—
Шмалец (шпик)	0	—	—
Маргарин (из животных жиров) . .	2	—	—
» (из растительных жиров) . . .	0	—	—
Пиво	0	0	0
Мед	0	1	0

NB. Черточка обозначает отсутствие данных.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	СТРАН.
Предисловие	3
I. Физиология и ее задачи. Клетка и ткани.	
Задачи физиологии. Значение ее в ряду других наук. Связь физиологии с анатомией, физикой и химией. Способы, которыми пользуется физиология для решения поставленных ей задач. Общий план устройства человеческого тела. Понятие о «клетке», органах и тканях.	5
II. Регуляция жизненных процессов.	
Связь между отдельными частями организма. Связь организма с внешним миром. Аппараты связи: а) периферические воспринимающие аппараты; б), в) нервные центры и нервные проводники. Понятие о рефлексе. Рефлекторная дуга. Разные виды рефлексов. Рефлексы условные (приобретенные) и безусловные (врожденные)	27
III. Кровь, ее свойства и значение.	
Химическая связь в организме. Кровь, как посредник между органами и тканями. Состав крови. Жидкая часть крови. Плазма и сыворотка. Кровяные тельца: красные и белые шарики. Свертывание крови. Значение красных и белых кровяных шариков. Гемоглобин и его значение. Белые шарики, как защитники организма. Борьба организма с посторонними веществами. Микробы. Понятие о заразных болезнях. Борьба с ними организма. Болезни крови. Условия, влияющие на состав и качество крови	44
IV. Кровообращение.	
Общий план кровообращения. Артерии, вены и капилляры. Сердце. Кругооборот крови. Клапанный аппарат сердца и его значение. Фазы деятельности сердца. Эластичность стенок сосудов и ее значение. Ритм сердечной деятельности. Работа сердца. Приспособляемость сердца. Нервная система сердца. Рефлексы на сердце с других органов. Теория сокращений сердца. Кровеносные сосуды и их строение. Нервная система сосудов. Механика движения крови по венам. Гимнастика и массаж. Лимфа и ее значение	66
V. Физиология и гигиена дыхания.	
Органы дыхания. Общий план устройства. Дыхательное горло. Легкие и их устройство. Жабры. Механизм дыхательных движений. Влияние нервной системы. Дыхательный центр.	

Как надо дышать. Носовое и ротовое дыхание. Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. Изменение воздуха в легких. Каким требованиям должен удовлетворять вдыхаемый воздух. Гигиена дыхания. Вентиляция жилищ. Отопление. Сырость помещений и ее значение. Лечение на курортах. Курорты морские, степные и горные Города-сады.

89

VI. Пища и питание.

Обмен веществ между клетками и окружающей средой. Значение пищи. Состав организма. Коллоидальное состояние вещества в организме. Пища и ее состав

103

VII. Органы пищеварения и их работа.

Общий план устройства органов пищеварения. Полость рта. Слюна. Пищеварение в полости рта. Действие слюны на крахмал. Ферменты. Влияние нервной системы на отделение слюны. Глотание. Пищевод. Желудок, его устройство и отделяемый им сок. Ферменты желудочного сока. Кислота желудочного сока. Ход отделения желудочного сока. Переход пищи в кишки. Роль привратника желудка. Механизм открытия выхода из желудка. Пищеварение в кишках. Поджелудочная железа и ее ферменты. Отделение сока поджелудочной железы. Желчь и ее действие. Отделение желчи. Кишечный сок и его ферменты. Всасывание. Всасывающий аппарат кишок. Толстые кишки. Движение пищеварительного тракта. Антиферменты. Микробы кишечного канала и их значение.

112

VIII. Пищевые продукты и их состав.

Пищевые вещества и их значение. Витамины. Значение разных видов белка. Белки полноценные и неполноценные. Вкусовые вещества и их значение. Превращение энергии в организме. Пища и труд. Основы учета обмена веществ и энергии. Сколько энергии содержат белки, жиры и углеводы. Закон замены пищевых веществ (изодинамия)

140

IX. Нормы питания.

Питание жителей разных стран. Сколько надо белков, жиров и углеводов вводить в нормальный суточный рацион? Минимум белков и жира, необходимый для жизни. Питание и работа. Пища, пригодная при физической и умственной работе. Практические выводы из учения о питании. Суррогаты пищи. Консервы. Вегетарианство. Опасности, сопряженные с недостаточностью ухода за пищевыми продуктами. Вода и водоснабжение. Болезни, зависящие от недостатков пищи и ненормальности питания

152

X. Физиология выделений.

Выделения. Почки. Строение и работа почек. Кожа, как выделительный орган. Потоотделение. Уход за кожей. Одежда и ее значение. Нечистоты и их удаление. Опасность от невнимательного отношения к удалению нечистот

163

XI. Внутренняя секреция и ее значение.

Внутренняя секреция. Гормоны. Щитовидная железа и ее роль. Паращитовидные железы, мозговой придаток, надпочечники. Печень и ее значение. Печень, как орган внутренней

СТРАН.

секреции. Поджелудочная железа, как орган внутренней секреции. Половые железы. Результат их внутренней секреции. Омолаживание. Опыты Штейнаха, Воронова и Завадовского. . . . 174

XII. Размножение и развитие.

Размножение. Общее понятие о размножении. Виды размножения. Мужские и женские половые клетки. Оплодотворение. Беременность и роды. Гигиена беременной. Уход за ребенком. Молочные железы и их деятельность. Наследственная передача болезней ребенку от родителей. Наследственность и ее законы 187

XIII. Физиология органов чувств (анализаторов).

План устройства анализаторов. Анализаторы кожные, обонятельные, вкусовые, глазной, слуховой; органы равновесия. Уход за анализаторами 202

XIV. Центральная нервная система.

Центральные части анализаторов: спинной мозг, центры спинного мозга. Спинной мозг, как проводник. Продолговатый мозг и его центры. Мозжечок. Полушария большого мозга. Их роль, как высших анализаторов. Сон и гипноз. Автономная (симпатическая) нервная система. Общий взгляд на деятельность нервной системы. Физиология и психология 220

XV. Рабочий аппарат и его физиология.

Физиология труда. Рабочие органы. Кости. Суставы. Мышцы. Ритм работы. Влияние нагрузки. Навык и тренировка. Питание и работа. Утомление и его признаки. Борьба с утомлением. Умственный труд 237

XVI. Труд и быт.

Организация труда. Психотехника. Тайлоризм. Труд и здоровье. Вредные профессии. Охрана здоровья рабочих. Труд и заразные болезни. Устройство фабричных помещений с точки зрения охраны труда. Ночной труд. Труд женщин и детей. Организм и среда. 249

ПРИЛОЖЕНИЯ:

- | | |
|--|-----|
| I. Дезинфекция (обеззараживание) | 259 |
| II. Дезинсекция (уничтожение насекомых) | 260 |
| III. Способ накопления противоящиготного витамина (C) в прорастающих семенах | 261 |
| IV. Таблицы V—VIII: | |
| V. Средний состав важнейших пищевых веществ. | 263 |
| VI. Количество больших калорий в фунте главных пищевых продуктов | 265 |
| VII. Расчет количества главных пищевых продуктов для получения среднего рациона в 3000 больших калорий | — |
| VIII. Содержание витаминов в главных пищевых продуктах | 266 |